

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The semi-conductor processor which consisted of substantia-compacta ceramics, is equipped with the base material with which a closed space is formed in the interior, the metal bulk material currently installed in this closed space, and the terminal electrically connected to this bulk material, and is characterized by said base material consisting of a solid-state-welding object of the substantia-compacta ceramics.

[Claim 2] The semi-conductor processor according to claim 1 which the abundant layers of the atom of a junction assistant exist in accordance with the junction interface of said solid-state-welding object, and is characterized by the ceramic particle carrying out grain growth so that it may extend on both sides of said junction interface.

[Claim 3] The semi-conductor processor according to claim 1 or 2 characterized by being a junction assistant more than a kind chosen from the group which said ceramic particle becomes from aluminum nitride or silicon nitride, and said junction assistant becomes from an yttrium compound and a ytterbium compound.

[Claim 4] A semi-conductor processor given in any one claim of claims 1-3 characterized by the ambient atmosphere in said closed space being inert gas.

[Claim 5] The semi-conductor processor according to claim 4 which the through tube is prepared in said base material, and said terminal is being fixed in this through tube, and is characterized by between said terminals and said base materials being airtightly joined by low material.

[Claim 6] It becomes the first member which consists of substantia-compacta ceramics from the substantia-compacta ceramics. While preparing the second member in which the crevice is formed, carrying out polish processing of each front face of said first member and said second member and forming each processing side, metal bulk material is held in said crevice. The solution of a junction assistant is applied to one [ at least ] top among these processing sides. Subsequently, the base material which consists of a solid-state-welding object by heat-treating said the first member and second member in the condition of having made each processing side contacting is manufactured. The manufacture approach of the semi-conductor processor which forms the closed space which consists of said crevice into this base material, and is characterized by holding said bulk material all over this closed space.

[Claim 7] The manufacture approach of the semi-conductor processor according to claim 6 characterized by setting the center line average of roughness height (Ra) of said

processing side of said first member, and said processing side of said second member to 0.2 micrometers or less, and setting flatness to 0.2 micrometers or less.

[Claim 8] The manufacture approach of a zygote according to claim 6 or 7 characterized by growing up said ceramic particle so that it may extend on both sides of the junction interface of said first member and said second member by heat-treating said the first member and said second member above the temperature the ceramic particle which constitutes these grows up to be.

[Claim 9] The manufacture approach of a semi-conductor processor given in any one claim of claims 6-8 characterized by making the ambient atmosphere in said closed space into inert gas by carrying out said heat treatment in an inert atmosphere.

[Claim 10] The dimension of said bulk material is made larger than the dimension of said crevice perpendicularly seen to said processing side. The manufacture approach of a semi-conductor processor given in any one claim of claims 6-9 which is made to transform said bulk material and is characterized by making this bulk material follow to the configuration of said closed space by applying a pressure to said the first member and said second member in the case of said heat treatment.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JP0 and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention heats semiconductor materials, such as a semiconductor wafer, and relates to the processor and its manufacture approach for processing etching, semi-conductor film formation, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] The approach of forming the febrile resistance film on a ceramic base is learned by printing and sintering the paste containing conductive powder on the front face of a ceramic green sheet as a ceramic heater. However, the ceramic heater which formed the resistor by such so-called thick-film technique had the problem that the electric resistance value of a resistor cannot rise while using it for a long period of time repeatedly, or it could not be used, being stabilized at the elevated temperature of 600 degrees C. For this reason, in the heat CVD system for semi-conductor manufacture, plasma-CVD equipment, a plasma etching system, etc., it was not able to be used especially.

[0003] on the other hand -- JP,64-13689,U -- setting -- a nitride system ceramic -- a slot is formed in the inside of the body, and the ceramic heater which inserted exoergic resistance wire into this slot is indicated. The reaction of resistance exotherm and the ceramics can be prevented in this ceramic heater. However, although it is necessary to join the nitride ceramic sintered compact of a pair in order to manufacture this, in this case, both are joined by applying to the processing side of each sintered compact the paste which consists of this sintered compact and this quality of the material, and making it sinter superposition and the paste between each of this sintered compact for each sintered compact.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, as a result of this invention person's advancing research further, it turned out that it is difficult to raise the bonding strength in this plane of composition. In the case of nitride system ceramics called especially alumimium nitride and silicon nitride, when it was repeatedly used in the elevated-temperature field 600 degrees C or more in semiconductor fabrication machines and equipment, it was difficult to maintain the bonding strength of sintered compacts over a long period of time. moreover, a ceramic -- although the ambient atmosphere in the resistance exotherm fang furrow installed in the slot on in the living body was touched, while repeating and using equipment, the oxygen and resistance exotherm within this

ambient atmosphere reacted, and the inclination for resistance exotherm to deteriorate and for that resistance to rise was seen. Furthermore, although halogen system corrosive gas was used in semiconductor fabrication machines and equipment, while using it for a long period of time, resistance exotherm was also seen receive corrosion with this corrosive gas.

[0005] The technical problem of this invention is improving the trouble of the above-mentioned ceramic heater etc. It is making it a resistance heating element etc. not specifically receive corrosion under the environment which prevents the rise of the resistance of a resistance heating element etc., and an open circuit and degradation, and enables it to prevent the fall of the bonding strength of a ceramic base material, especially a crack, and uses halogen system corrosive gas, also when a ceramic heater's etc. is repeated and used at an elevated temperature within semiconductor fabrication machines and equipment.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The semi-conductor processor concerning this invention consisted of substantia-compacta ceramics, is equipped with the base material with which a closed space is formed in the interior, the metal bulk material currently installed in this closed space, and the terminal electrically connected to this bulk material, and is characterized by a base material consisting of a solid-state-welding object of the substantia-compacta ceramics.

[0007] Moreover, the manufacture approach of the semi-conductor processor concerning this invention It becomes the first member which consists of substantia-compacta ceramics from the substantia-compacta ceramics. While preparing the second member in which the crevice is formed, carrying out polish processing of each front face of the first member and the second member and forming each processing side, metal bulk material is held in a crevice. The solution of a junction assistant is applied to one [ at least ] top among these processing sides. Subsequently, by heat-treating the first member and second member in the condition of having made each processing side contacting, the base material which consists of a solid-state-welding object is manufactured, the closed space which consists of a crevice is formed into this base material, and it is characterized by holding bulk material all over this closed space.

[0008] this invention person does polish processing of each front face of the first aforementioned member and the second member, and forms each processing side. By heat-treating the first member and second member in the condition of having held metal bulk material in the crevice, having applied the solution of a junction assistant to one [ at least ] top among these processing sides, and having made each processing side contacting It succeeded in forming the closed space in which bulk material was held into a substantia-compacta ceramic base material. And also when this base material was repeated and used at an elevated temperature, the part of the first base material and the part of the second base material did not dissociate, a crack did not go into these junction interfaces, but it checked that oxidation and corrosion of a bulk object could be prevented, and this invention was completed.

[0009] Moreover, in the ceramic heater really created by sintering, since the base material of a ceramic heater is already calcinated when the resistance heating element laid

underground is disconnected, it is unfixable. However, when the invention in this application is applied to a ceramic heater etc., it can fix by performing some rework and re-junction.

[0010] Moreover, in the ceramic heater really created by sintering, there was a case where a location gap of a resistance heating element arises when a \*\*\*\*\* heating element is laid underground, and the expected soak nature was not obtained. When the invention in this application is applied to a ceramic heater etc., compared with the above-mentioned heater, there are few problems of location gap of a resistance heating element etc. As shown in drawing 1 mentioned especially later, for example, location gap of a resistance heating element can be performed that there is nothing by preparing the same locus as a spiral resistance heating element in a ceramic base material by processing. Furthermore, although it is necessary to prepare the through tube for letting a lift pin pass depending on an application in the case of a ceramic heater in a base material, in the ceramic heater of a baking mold, roentgenography needs to detect the location of the resistance heating element in a baking object after baking, and it is really necessary to process it into a base material so that this resistance heating element may be avoided. However, since the location of a resistance heating element is correctly known when the invention in this application is applied, such treatment becomes unnecessary.

[0011]

[Example] In the manufacture approach concerning this invention, preferably, the center line average of roughness height (Ra) of the processing side of the first member and the processing side of the second member is set to 0.2 micrometers or less, and flatness is especially set to 0.2 micrometers or less. Furthermore, by heat-treating the first member and second member above the temperature the ceramic particle which constitutes these grows up to be, a ceramic particle is grown up so that it may extend on both sides of the junction interface of the first member and the second member. About the concrete mode of such junction, it mentions later.

[0012] In this invention, the sealing performance of the crevice in which bulk material is held can be raised notably. For this reason, also when using especially a semi-conductor processor at an elevated temperature by making into inert gas the ambient atmosphere in the closed space in which bulk material is held in a base material, antioxidizing of bulk material can be maintained over a long period of time very effectively.

[0013] Moreover, especially the semi-conductor processor of this invention is especially suitable in the application which uses halogen system corrosive gas like the etching gas in plasma-CVD equipment and a plasma etching system, and cleaning gas. Because, the closure of the bulk material in the closed space of a semi-conductor processor is carried out airtightly, and the contact over halogen system corrosive gas is prevented.

[0014] However, in a semi-conductor processor, it is necessary to enable it to supply power to bulk material, for this reason to connect a terminal electrically to bulk material. For that, it is necessary to form in a base material the through tube which arrives at a closed space, and to insert a terminal in this through tube. In order to maintain the advanced airtightness over the bulk material in a closed space at this time, it is necessary to secure the airtightness over the base material of a terminal. For that, it is desirable to join between a terminal and base materials airtightly by low material. In this case, it is desirable for that to

prepare a flange in a terminal from a viewpoint of maintaining advanced airtightness especially, although it is required to enlarge the plane-of-composition product of a terminal and a base material, and to join this flange by low material to the tooth back of a base material.

[0015] Thus, in order to make the ambient atmosphere in a closed space into inert gas, it can heat-treat in an inert atmosphere. Moreover, oxidation of the bulk material in this can also be prevented by making the inside of a closed space into a vacua. In this case, it is the degree of vacuum of a closed space  $10^{-2}$  Carrying out to below a toll is desirable.

[0016] Although the processing side side of the first member can be made into a flat side, the crevice for holding bulk material also here may be formed.

[0017] The first member and second member can be manufactured by the ordinary pressure sintering process, hot pressing, the hot isostatic press method, etc., respectively. Although a pressure can be applied to both layered product in case the first member and second member are joined, this pressure is necessarily unnecessary.

[0018] However, the manufacture approach of this invention sets like 1 voice, the dimension of said bulk material is made larger than the dimension of the crevice perpendicularly seen to the plane of composition, and bulk material is made to transform in the second member by applying a pressure to the first member and second member in the case of heat treatment. By this transformation path, the configuration of bulk material follows to the configuration of a closed space. By this, the clearance between bulk material and a closed space can be lost nearly completely, and heat transfer between bulk material and a closed space can be notably raised by this. Especially this brings about the operation effectiveness that responsibility improves notably, when using a semi-conductor processor as heating apparatus. And between bulk material and a base material, a reaction layer does not arise like before.

[0019] In this case, if especially the volume of bulk material is made to become the same as the volume of a closed space, it can be filled up with a closed space nearly completely according to deformation of bulk material. That is, if it sees from the gestalt of bulk material, bulk material can be laid underground into a ceramic base material without a clearance, and the reaction layer between both can be prevented from moreover being generated like the time of laying bulk material underground into ceramic powder and making it ceramic powder and really sinter.

[0020] The ceramic heater which used the resistance heating element which consists of a refractory metal as bulk material as a semi-conductor processor concerning this invention, and the electrostatic chuck which used the electrostatic chuck electrode as bulk material can be illustrated. Moreover, the plasma generating electrode equipment for generating the plasma which used the RF electrode as bulk material can be illustrated. At the time of this application, since this plasma generating electrode equipment is research non-opened to the public, it is mentioned further later.

[0021] Although a resultant arises on the front face of a substantia-compacta ceramic base material by the attack of the ion of halogen system corrosive gas in installing the semi-conductor processor of this invention in the semiconductor fabrication machines and equipment which use halogen system corrosive gas, the thickness of this resultant layer reaches a number - 10 micrometers of numbers. Therefore, in order to maintain sufficient

insulation, it is desirable to set the minimum value of the thickness between bulk material and a front face to 0.1mm or more, and it is desirable to set the average to 0.5mm or more.

[0022] Since the passivation layer which consists of  $\text{AlF}_3$  generates as a resultant layer of halogen system corrosive gas and a base material and this layer has \*\*\*\*\*-proof when \*\*\*\*\* is formed especially by aluminum nitride of 99% or more of relative density, it can prevent that corrosion advances inside this layer. The precise aluminum nitride manufactured with ordinary pressure sintering, hotpress baking, or Heat CVD especially with 99% or more of relative density is desirable.

[0023] Moreover, although it is necessary to prevent contamination by the heavy metal of a semi-conductor, the demand to exclusion of heavy metal is becoming altitude extremely especially by progress of densification. It is desirable to control the content of the impurity in aluminum nitride from this viewpoint to 1% or less.

[0024] When applying this invention to plasma generating electrode equipment, the electromagnetic wave transparency layer which consists of substantia-compacta ceramics is prepared between the RF electrode which consists of bulk material, and the front face by the side of plasma generating of a base material.

[0025] As a counterelectrode for generating the plasma conventionally, although the alumite electrode was known, for example, it discovered a plasma sheath being stabilized and not generating on this front face. Since the front face of an insulating material will become minus potential if the usual common sense is followed, and the front face of an electrode is covered with an insulating material, the field of a plasma sheath should become large and should be stabilized. However, surface potential could not be held to the uniform minus potential of sufficient magnitude, but when it heated to an elevated temperature, in the case of the alumite thin film, it was uniform, and it became clear to it that the fully stabilized plasma sheath could not be made to generate.

[0026] When thickness of an insulator layer was enlarged one of these, and conventionally, the distance of a plasma field and an electrode became that much large, acceleration of the ion in the plasma became inadequate, and it was thought that the discharge stability of the plasma was spoiled.

[0027] However, the electrode which consists of bulk material is installed all over the closed space of a substantia-compacta ceramic base material, when the minimum value of the thickness of the electromagnetic wave transparency layer which consists of a part by the side of plasma generating of this base material was thickened with 0.1mm or more, the field of a plasma sheath was able to be expanded and the uniform and stable plasma was able to be made to generate. And even if it thickens an electromagnetic wave transparency layer in this way, this electromagnetic wave transparency layer consists of substantia-compacta ceramics, and the dielectric constant  $\epsilon$  of an electromagnetic wave transparency layer is several or more times larger compared with the dielectric constant of vacuum. Consequently, there is also no fall of inter-electrode field strength, the ion in the plasma could fully be accelerated in the plasma sheath, and it checked that plasma discharge was stabilized.

[0028] When installing this plasma generating electrode equipment, a counterelectrode can be installed almost in parallel with the electrode in the closed space of this equipment, and

high-frequency power can be supplied to each of these electrodes. Under the present circumstances, high-frequency power is supplied to the electrode in a base material, a counterelectrode can also be grounded, high-frequency power can be supplied to a counterelectrode, and the electrode in a base material can also be grounded.

[0029] Moreover, although the dielectric constant of the substantia-compacta ceramics which constitutes an electromagnetic wave transparency layer was generally large, when the average of the thickness of an electromagnetic wave transparency layer became large too much, the self-calorific value by the dielectric loss of an electromagnetic wave transparency layer became large, and there was an inclination for the effectiveness of plasma power to fall. As for especially the average of the thickness of this viewpoint to an electromagnetic wave transparency layer, it is desirable to be referred to as 5.0mm or less.

[0030] In plasma generating electrode equipment, it is desirable to use a field-like metal bulk object. Here, field-like metal bulk material means what was formed as the shape of a field of one, without arranging a line object or a board a swirl and in the shape of meandering. This point is explained further. Enlargement of current and a semi-conductor wafer is advancing. In order [ this ] to fully tell a RF, on the other hand, it is necessary to reduce the reactance component of equipment and to set the resistance of an electrode to 1ohm or less preferably. For that, it is required to enlarge thickness of an electrode enough. However, in a printing electrode, this is difficult.

[0031] It is easy by using the metal bulk object of the shape of this point and a field to make the resistance of an electrode small. For example, since it is at most about dozens of micrometers thin, as for a screen-stencil electrode, resistance becomes large inevitably. For example, when a frequency is 13.56MHz, the thickness of an electrode has 20 micrometers or more desirable [ an electrode is a tungsten, and ]. However, it is not easy to form the electrode of this thickness with screen printing.

[0032] And since the electrode is airtightly enclosed as described above in the base material, the discharge from a plane of composition and dielectric breakdown must have been produced under the condition which is [ high vacuum ] easy to discharge. Therefore, the dependability of plasma generating electrode equipment improves by leaps and bounds.

[0033] In the semi-conductor processor of this invention, nitride system ceramics, such as silicon nitride, alumimium nitride, boron nitride, and sialon, and alumina-silicon carbide composite material are desirable as ceramics which constitutes a base material. From a viewpoint of thermal shock resistance, especially silicon nitride is desirable, and in respect of the corrosion resistance over halogen system corrosive gas etc., as mentioned above, especially alumimium nitride of 99% or more of consistencies is desirable according to research of this invention person.

[0034] When using the semi-conductor processor of this invention for the application to which temperature rises even to the elevated temperature more than 600-degreeC especially, it is desirable to form an electrode with a refractory metal. As such a refractory metal, a tantalum, a tungsten, molybdenum, platinum, a rhenium, hafniums, and these alloys can be illustrated. Moreover, even if it is still more desirable to coat nitrides and carbide, such as TiN and TiC, and the endurance over a heating cycle improves by this to



the refractory metal which constitutes such an electrode and a resistance heating element, namely, it adds a heating cycle, it is hard coming to generate an open circuit and the rise of resistance.

[0035] The gestalt of an electrode contains the electrode of the shape of a field which consists of a plate which has the stoma of a large number besides the electrode of the shape of a field which consists of sheet metal, and a reticulated electrode. Since ceramic powder flows to the stoma and stitch of these large number and it turns to them in being reticulated when an electrode is the plate which has many stomata, the junction force of the ceramics in the both sides of a field-like electrode becomes large, and the reinforcement of a base improves.

[0036] A punching metal and a wire gauze can be illustrated as such an electrode. However, an electrode consists of a refractory metal, and it is difficult for the plate which consists of a refractory metal since the metaled degree of hardness is high when it is a punching metal to open many stomata by punch, and processing cost also becomes very high.

[0037] Since the wire rod which consists of a refractory metal can obtain easily when this point and an electrode are grids, a grid can be manufactured if the braid of this wire rod is carried out. Therefore, manufacture of an electrode is easy.

[0038] Moreover, when the gestalt of an electrode was sheet metal, according to the difference of the coefficient of thermal expansion of an electrode and a base, especially big stress might join the periphery part of an electrode, and the base might be damaged for this stress. However, this stress is distributed by many stomata, when an electrode is the plate which has many stomata, or when reticulated. Furthermore, in a grid, since the cross section of a wire rod becomes circular in order to use a wire rod, the effectiveness of the stress distribution in the perimeter of this wire rod is large.

[0039] The mesh configuration of a grid, especially a wire size, etc. do not limit. However, the line breadth of a grid is 0.8mm or less, and it is desirable to have the line crossover of eight or more per inch. That is, if line breadth exceeds 0.8mm, since the field strength distribution in the space for plasma generating constituted from a counterelectrode will be confused, distribution of the plasma tends to get worse. Moreover, when long duration use of the plasma generating electrode equipment was carried out, and the stress place by the line object which exists as a foreign matter in the ceramics exceeded the reinforcement of the ceramics, there was an inclination which breakage of the ceramics tends to produce. Moreover, the uniform current stopped being able to flow easily to the whole grid as the line crossover per inch is less than eight.

[0040] When it sees from a viewpoint on actual manufacture, as for the line breadth of a grid, it is desirable to be referred to as 0.1mm or more, and, as for the number of the line crossovers per inch, carrying out to 100 or less is desirable.

[0041] The crosswise cross-section configuration of the wire rod which constitutes a grid is circular, and also may be various rolling configurations, such as an ellipse form and a rectangle.

[0042] In plasma generating electrode equipment, the frequency domain of the electromagnetic wave which penetrates an electromagnetic wave transparency layer is 300GHz or less. Among these, it is a microwave range that especially the above mentioned

electromagnetic wave transparency layer is useful. The frequency domain of microwave is 300MHz - 300GHz. However, since the property of aluminum nitride hardly changes compared with the field of 1MHz, or the property of 10GHz, it can do so the effectiveness of the above [ a 1MHz - 300MHz frequency domain ].

[0043] Hereafter, this invention is further explained to a detail, referring to a drawing. Drawing 1 (b) is the top view showing the condition of having installed the resistance heating element in the crevice of the second member 3, drawing 1 (a) is the sectional view showing a condition just before carrying out solid state welding of the first member 1 and first member 3, and drawing 2 (b) is [ drawing 2 (a) is the sectional view showing the ceramic heater 20 obtained by the solid state welding of these each part material, and ] the top view of this ceramic heater. The first member 1 is making the monotonous configuration and formed the spreading layer 2 of said solution in principal plane 1a of this member 1. The spreading layer is not prepared in principal plane 1b of another side of a member 1. The second member 3 is also making the monotonous configuration and the slot of a predetermined configuration thru/or crevice 3a are formed in one principal plane side of this member 3. In this example, the flat-surface configuration of this crevice is the configuration which can hold the resistance heating element 4, and the configuration of the cross section of a crevice 3 is a rectangle. The projection part remains between crevice 3a. This crevice 3a and principal plane 3c of the opposite side are used as a heating surface of a semi-conductor wafer.

[0044] The resistance heating element 4 is a resistor of the shape of a foil which consists of a metallic foil, and if it sees superficially, it is constituted from this example by concentric circular partial 4b of three trains from which a diameter differs mutually, and straight-line partial 4c which has connected between the concentric circular parts of each of these trains. Polish processing of the front-face side as for which these each part material 1 and 3 carries out phase opposite is carried out, and polished surfaces 1a and 3b are formed. After this, according to the manufacture approach of this invention mentioned above, solid state welding of the first member 1 and second member 3 is carried out, and the ceramic heater 20 of drawing 2 (a) and (b) is obtained.

[0045] In the ceramic heater 20, a closed space 7 is formed in the interior of the base material 6 which consists of substantia-compacta ceramics, and the resistance heating element 4 is held in a closed space 7. 6a is a wafer heating surface and 6b is a tooth back for connecting a terminal. The desirable structure for connecting a terminal to a resistance heating element is mentioned later. In the junction interface 22 of the first member 1 and the second member 3, problems, such as leakage of exfoliation or a gas and a crack, are not produced. All over a closed space 7, clearances 8 and 9 remain between the resistance heating element 4 and the wall surface of a closed space. That is, it is not fixed rigid all over a closed space 7, but the resistance heating element is in the deformable condition in this.

[0046] As shown in drawing 2 (b), the terminal 13 is exposed to the tooth-back 6b side of a base material 6. This terminal 13 is being fixed to the end of the outside of the resistance heating element 4, and the inside end, respectively.

[0047] Drawing 3 (a) and (b) show the junction structure of the terminal in the both ends of the resistance heating element 4. Annular section 4a is formed in the end of the

resistance heating element 4, the bolt 14 is inserted into the through tube 5 of annular section 4a, and the nut 11 is inserted in this bolt 14. The terminal insertion hole 12 is formed in the tooth-back 6b side of a base material 6, and the body of a terminal 13 is inserted in this insertion hole 12. The bolt 14 is being inserted in and fixed to female screw 13a of a terminal 13. Female screw 13b is prepared in this female screw 13a and opposite side, and the bolt 10 is inserted in this female screw 13b. Flange 13c of the circular ring configuration which spreads toward a longitudinal direction is formed in the body of a terminal 13, and this flange 13c is joined to tooth-back 6b by the low material 30.

[0048] The condition of the junction interface of the first member 1 and the second member 3 is explained referring to drawing 4 and drawing 5 further. However, since this junction structure is applied also in other semi-conductor processors, it explains these collectively by drawing 4. First, the first member 71 (it sets to drawing 1 and is first member 1) and second member 72 (it sets to drawing 1 and is second member 3) which constitute the base material of a semi-conductor processor after junction are prepared. Precision polish processing of the field (it sets to drawing 1 and they are 1a and 3b) which should be joined among the first member 71 and the second member 72 is carried out. Under the present circumstances, after processing, preferably, the center line average of roughness height (Ra) of each processing sides 73 and 74 is set to 0.2 micrometers or less, and flatness is set to 0.2 micrometers or less. Subsequently, on [ one / at least ] each of these processing sides, the solution containing a junction assistant is applied and a spreading layer is prepared. In this case, this solution can be applied to both processing sides 73 and 74, and can also be applied only to one processing side. Subsequently, each processing side is contacted without a clearance.

[0049] It will be in the condition that it is shown in drawing 4 (a) as a typical sectional view at this time. That is, if the microstructure of the first member 71 and the second member 72 is examined, it is polycrystal structure, and many ceramic particles 16 and 17 exist and the grain boundary layer 18 exists among particles 16 and 17. Here, in the processing sides 73 and 74, a particle 16 is cut and cutting plane 16a is exposed. Here, in the processing sides 73 and 74, cutting planes 73 and 74 stick completely by making small flatness and the center line average of roughness height (Ra) as mentioned above.

[0050] And if a solution 2 is made to intervene among cutting planes 73 and 74 and is heat-treated, particle 16 comrades which touched mutually in the polished surface will join according to diffusion of a junction assistant, and as shown in drawing 4 R> 4 (b), they will grow, and the junction particle 21 will generate. This junction particle 21 is prolonged toward the both sides of the junction interface 22 so that the junction interface 22 may be straddled. The solid-state-welding object 75 is acquired by this.

[0051] Thus, it is once cut, particle 16 comrades by which this cutting plane was ground are stuck, and particle 16 comrades are joined and grown up with the help of diffusion of a junction assistant. While the abundant layers 80 of a junction assistant generate in accordance with the junction interface 22 so that it may be shown as a result, for example, drawing 5, in the abundant layers 80 of this junction assistant, the junction particle 21 occurs and grows and is prolonged toward the both sides of the junction interface 22. In this process, the grain boundary part 18 which contains a junction assistant so much is eliminated by growth of a particle 21 toward both sides from a junction interface. However,

the abundant layers 80 of this junction assistant remain as a result, and can be clearly checked with an electron microscope.

[0052] Here, if the center line average of roughness height is larger than the aforementioned value, since a minute clearance will be generated between the cutting planes of the cut particle 16, it is thought that it is hard to produce junction of a particle. Moreover, also when flatness is larger than the above-mentioned value, in order for processing sides not to stick without a clearance as a whole, it is thought that it is hard to produce junction of a particle. Moreover, when the slurry which a junction assistant needs making it dissolve and contains the particle of a junction assistant was used, the first member and second member were not able to be joined good.

[0053] In addition, the center line average of roughness height ( $R_a$ ) is the value which \*\* (ed) area (a clinch part is included) which turned up the granularity cross-section curve from the center line, and was obtained with the granularity curve and center line by die-length  $L$ . Flatness means the magnitude of the deviation from the geometric flat surface of a flat-surface part, and when a flat-surface part is pinched at two parallel geometric flat surfaces, it expresses with JIS at intervals of both the geometric flat surface in case spacing of both these flat surfaces serves as min. The center line average of roughness height and flatness can be measured with a surface roughness meter and a laser interferometer.

[0054] As for the center line average of roughness height of said processing side, it is much more desirable to be referred to as 0.1 micrometers or less, and it is much more desirable to set flatness to 0.1 micrometers or less. Since it is desirable to make it as small as possible in order to make junction of the cut particles still easier, these do not need to limit a minimum. However, the center line average of roughness height is about 0.05 micrometers, and the flatness of the process tolerance at this time is about 0.07 micrometers. In order to \*\*\*\* the flatness and the center line average of roughness height of a processing side within the limits of the aforementioned value, it is desirable to process the front face of each part material with a surface grinder and a high-speed lapping machine.

[0055] A certain extent is produced also at low temperature in [ growth of a ceramic particle ] comparison. However, when sintering temperature of the first member and the second member is set to  $T$ , it sees from a viewpoint of making bonding strength high especially and is desirable to heat-treat at the temperature more than \*\* ( $T-50$ ). It checked that the sintered compact really manufactured by sintering and the zygote equipped with almost equivalent reinforcement could be manufactured by this.

[0056] Reinforcement of a zygote can be made into max when the temperature of said heat treatment is below sintering temperature. If this becomes higher than sintering temperature, while growth of the particle in a junction interface will fully be performed, it is for a defect to occur and for the reinforcement in parts other than a junction interface to fall with the abnormality grain growth produced in other parts. When sintering temperature of the first and the second member is set to  $T$  in this semantics, it is desirable to heat-treat at the temperature below \*\* ( $T+50$ ).

[0057] Moreover, in case the first member and second member are sintered, when sintering acid is being used, it is desirable to use the same sintering acid as the sintering

acid.

[0058] When a ceramic particle consists of aluminum nitride or silicon nitride, the junction assistant more than a kind chosen from the group which consists of an yttrium compound and a ytterbium compound is desirable, and especially an yttrium compound is desirable. In this case, increase of remarkable bonding strength and improvement in endurance were able to be checked especially. In this case, it is desirable to use the water solution of a water-soluble yttrium chloride, a yttrium chloride hydrate, yttrium sulfate, and yttrium acetate and the ethyl alcohol solution of a yttrium chloride, a yttrium chloride hydrate, and yttrium acetate.

[0059] As the heating approach, there is a local heating method by heat treatment by ordinary pressure, hot pressing, plasma activated sintering, and the racer etc. The time amount of heat-treatment can be changed according to magnitude, heat treatment temperature, etc. of a sintered compact.

[0060] Next, the example which applied this invention to the electrostatic chuck is shown. Drawing 6 (a) is the sectional view showing a condition just before joining the first member 23 and second member 24, and drawing 6 (b) is the sectional view showing the electrostatic chuck 26 which consists of these solid-state-welding objects. Members 23 and 24 are making the monotonous configuration. The principal planes 23a and 23b of the pair of the first member 23 are flat, and the through tube 12 is formed among these. The spreading layer 2 of said solution is formed on principal plane 23a. Crevice 24a of a predetermined configuration is formed in one principal plane side of the second member 24. In this example, the flat-surface configuration of this crevice 24 is the same configuration as a semi-conductor wafer. Crevice 24a and principal plane 24c of the opposite side are used as an adsorption side of a semi-conductor wafer.

[0061] The electrostatic chuck electrode 25 is the metal bulk material of a monotonous configuration in this example, and through tube 25a for terminal installation is formed. Polish processing of the front-face side as for which these each part material 23 and 24 carries out phase opposite is carried out, and polished surfaces 23a and 24b are formed. After this, according to the manufacture approach of this invention mentioned above, solid state welding of the members 23 and 24 is carried out, and the electrostatic chuck 26 of drawing 6 (b) is obtained.

[0062] In the electrostatic chuck 26, a closed space 28 is formed in the interior of the base material 27 which consists of substantia-compacta ceramics, and the bulk material 25 is held in a closed space 28. 27a is a wafer adsorption side and 27b is a tooth back. The connection structure of a terminal 13 and the bulk material 25 is shown in drawing 3 R> 3. In the junction interface 22 with members 23 and 24, problems, such as leakage of exfoliation or a gas and a crack, are not produced. All over a closed space 28, clearances 8 and 9 remain between the electrode 25 and the wall surface of a closed space 28. That is, it is not fixed rigid all over a closed space 28, but the electrode 25 is in the deformable condition in this. The dielectric layer 29 of predetermined thickness is formed between an electrode 25 and a wafer adsorption side.

[0063] Drawing 7 (a) is the sectional view showing a condition just before joining the first member 23 and second member 31, and drawing 6 R> 6 (b) is the sectional view showing the electrostatic chuck 33 which consists of these solid-state-welding objects. A member 23

is mentioned above. Crevice 31a of a predetermined configuration is formed in one principal plane side of the second member 31 at two places. In this example, each flat-surface configuration of 31d of this crevice has become abbreviation hemicycle-like. Crevice 31a and principal plane 31c of the opposite side are used as an adsorption side of a semi-conductor wafer.

[0064] The electrostatic chuck electrode 32 is the metal bulk material of a monotonous configuration in this example, and through tube 32a for terminal installation is formed. Each electrode 32 is held in each crevice 31a. Polish processing of the front-face side as for which these each part material 23 and 31 carries out phase opposite is carried out, and polished surfaces 23a and 31b are formed. After this, according to the manufacture approach of this invention mentioned above, solid state welding of the members 23 and 31 is carried out, and the electrostatic chuck 33 of drawing 7 (b) is obtained.

[0065] In the electrostatic chuck 33, a closed space 33 is formed in the interior of the base material 35 which consists of substantia-compacta ceramics at two places, and the bulk material 32 is held in a closed space 33. 35a is a wafer adsorption side and 35b is a tooth back. The connection structure of a terminal 13 and the bulk material 32 is shown in drawing 3. All over a closed space 33, clearances 8 and 9 remain between the electrode 32 and the wall surface of a closed space 33, it is not fixed rigid all over a closed space 33, but the electrode 32 is in the deformable condition in this.

[0066] Drawing 7 (c) is the sectional view showing the electrostatic chuck 34 with a heater concerning the example of this invention. In the electrostatic chuck 34, the above mentioned resistance heating element 4 and the above mentioned electrostatic chuck electrode 25 are held in the interior of the base material 36 which consists of substantia-compacta ceramics. That is, the resistance heating element 4 is held in the tooth-back 36b side of a base material 36, and the electrostatic chuck electrode 25 is held in the wafer adsorption side 36a side. 22A and 22B are the junction interfaces of solid state welding, respectively.

[0067] Drawing 8 and drawing 9 show the example which applied this invention to the arrangement of electrode for plasma generating. It is the fragmentary sectional view in which drawing 8's (a's)'s being the perspective view showing a grid 37, and showing typically the condition that were the perspective view in which drawing 8 (b) turns off the arrangement of electrode for plasma generating, and lacks and shows it, and drawing 9 (a) is the sectional view showing plasma generating electrode equipment 41, and drawing 9 (b) installed plasma generating electrode equipment 41 in the chamber 51.

[0068] The grid 37 is making the round shape as a whole, and carries out the braid of circular line object 37b and the line object 37a in every direction. 38 is a stitch. A base material 39 consists of substantia-compacta ceramics, and consists of body 39a of a disk configuration, and flange 39c currently formed so that it may extend horizontally in the tooth-back 39b side of body 39a. A closed space 40 is formed in the interior of a base material 39, and the grid 37 is held in a closed space 40. 39d is a wafer installation side. The terminal 13 is exposed to the tooth-back 39b side of a base material 39. The terminal 13 and the grid 7 are joined with the screw 14. The electromagnetic wave transparency layer 42 is formed in 39d side of semi-conductor wafer installation sides.

[0069] In the chamber 51, plasma generating electrode equipment 41 is installed through

the arm 48. Under the present circumstances, plasma generating electrode equipment is installed so that an electrode 37 may become a top-face side, and the semi-conductor wafer W is laid in 39d of installation sides. The end of cable 52B for electric power supplies is connected to a terminal 13, and the other end of cable 52B is taken out out of a chamber 51, and it connects with RF generator 49. Predetermined spacing is kept in an electrode 37 and the location which counters, and a counterelectrode 47 is installed in it in parallel. The end of cable 52A for electric power supplies is connected to a counterelectrode 47, and the other end of cable 52A is taken out out of a chamber 51, and it connects with RF generator 49 and a ground 50.

[0070] The plasma generating field 46 on the semi-conductor wafer W can be made to generate the plasma by supplying high-frequency power through the cables 52A and 52B of a pair in this condition. Under the present circumstances, a plasma sheath is generated between the plasma generating field 46 and 39d of installation sides.

[0071] Drawing 10 (a) is the perspective view showing the punching metal 54 which can be used as an RF electrode. The punching metal 54 is carrying out the round shape, and a majority of many circular holes 56 are formed in the circular plate 55 at the squares configuration.

[0072] Drawing 10 (b) is the perspective view showing the circular sheet metal 57 which can be used as an RF electrode. Drawing 10 (c) is the top view showing the sheet metal 58 which can be used as an RF electrode. In sheet metal 58, a total of six trains of slitting 59b and 59c of the shape of a long and slender straight line is formed in parallel mutually. Among these, in drawing 10 (c), opening of the slitting 59b of three trains is turned down, and opening of the slitting 59c of remainder 3 train is turned up. Slitting 59b and 59c is arranged by turns. As a result of adopting such a configuration, the long and slender track is formed by sheet metal. Therefore, a terminal is connected to both-ends part 59a of this track, respectively.

[0073] Drawing 11 is a drawing for explaining the process which manufactures an electrostatic chuck according to other examples of this invention. Drawing 11 (a) is the sectional view showing a condition just before joining the first member 60 and second member 24, and drawing 11 (b) is the sectional view showing the electrostatic chuck 61 obtained by the solid state welding of these each part material. The first member 60 is making the monotonous configuration, forms the spreading layer 2 of said solution in principal plane 60a of this member 60, and has not prepared the spreading layer in principal plane 60b of another side. The second member 24 is also making the monotonous configuration and crevice 24a of a predetermined configuration is formed in one principal plane side of this member 24. This crevice 24a and principal plane 24c of the opposite side are used as an adsorption side of a semi-conductor wafer.

[0074] A metal plate 71 is installed in crevice 24a of the second member 24. Polish processing of the front-face side as for which each part material 60 and 24 carries out phase opposite is carried out, and polished surfaces 60a and 24b are formed. According to the manufacture approach of this invention mentioned above, solid state welding of the members 60 and 24 is carried out after this. However, the height of a metal plate 71 is made larger than the depth of crevice 24a, namely, it was made for a metal plate 71 to project from crevice 24a by this example in this case only in a dimension s. Instead, the

clearance between dimensions  $t$  was prepared between the metal plate 71 and the wall surface of a crevice 24.

[0075] A metal plate 71 is made to transform by applying [ at a deformable temperature requirement ] a pressure to the bottom of pressurization of a metal plate 71 in drawing 11 (a) in this condition in a lengthwise direction between a member 60 and a member 24. The electrostatic chuck shown in drawing 11 (b) by this is obtained. A closed space 28 is formed in the interior of a base material 62, and the electrode 63 is held in a closed space 28. 62a is a wafer installation side and 62b is a tooth back. Here, since the metal plate 71 is made to transform in accordance with the configuration of a closed space 28, this electrode 63 sticks to a wall surface.

[0076] Drawing 12 (a) is the sectional view showing a condition just before joining the first member 1 and second member 3, and drawing 12 R> 2 (b) is the sectional view showing the ceramic heater 65 obtained by the solid state welding of these each part material. The metal plate 64 which constitutes a resistance heating element is installed in crevice 3a of the second member 3. Polish processing of the front-face side as for which each part material 1 and 3 carries out phase opposite is carried out, and polished surfaces 1a and 3b are formed. According to the manufacture approach of this invention mentioned above, solid state welding of the members 1 and 3 is carried out after this. However, the height of a metal plate 64 is made larger than the depth of crevice 3a, namely, it was made for a metal plate 64 to project from crevice 3a by this example in this case only in a dimension  $s$ . Instead, the clearance between dimensions  $t$  was prepared between the metal plate 64 and the wall surface of crevice 3a.

[0077] A metal plate 64 is made to transform by applying [ at a deformable temperature requirement ] a pressure to the bottom of pressurization of a metal plate 64 in drawing 12 (a) among members 1 and 3 in this condition in a lengthwise direction. A closed space 7 is formed in the interior of a base material 6 of this, and an electrode 66 is held into a closed space 7. 6a is a wafer heating surface and 6b is a tooth back. Here, since the metal plate 64 is made to transform in accordance with the configuration of a closed space 7, this electrode 66 sticks to a wall surface.

[0078] Here, as for a dimension  $t$  and a dimension  $s$ , it is desirable to make it fill the relation of die-length  $\leq 2$  (the die length of depth  $\times$  crevice 3a of  $t \times$  crevice 3a) of the width-of-face  $\times$  metal plate 64 of the  $s \times$  metal plate 64. Moreover, the gestalt of this metal plate can be changed into the thing of other gestalten as long as it is bulk material.

[0079] Hereafter, a still more concrete experimental result is described.

[Example A] The ceramic heater was manufactured according to the approach mentioned above, referring to drawing 1 - drawing 5. The first member and second member were manufactured with the aluminum nitride sintered compact, and it was made to sinter at 1900 degrees C. The yttrium was used as sintering acid. The dimension of each part material was made into the diameter of 200mm, and the disk configuration with a thickness of 10mm. Surface-grinding processing of this front face was carried out, and the crevice was formed. Width of face of this crevice was set to 3mm, and the depth was set to 50 micrometers. Subsequently, mirror-polishing processing of the plane-of-composition side of the first member and the second member was carried out using lap equipment, respectively, and the center line average of roughness height and flatness of each



processing side were set to 0.2 micrometers. By carrying out etching processing of the molybdenum foil with a thickness of 25 micrometers, the heating element of a desired superficial pattern was formed and this heating element was installed all over the crevice. [0080] The nitric-acid yttrium solution hydrate whose yttrium concentration is  $2.61 \times 10^{-4}$  mol/cc:  $Y(NO_3)_3$  and a  $6H_2O$  water solution were applied to each processing side of the first member and the second member. The first member and second member were fixed using the predetermined fixture, 1 hour heated under nitrogen-gas-atmosphere mind by 1.5atm at 1900 degrees C using the electric furnace, and the ceramic heater was obtained. Subsequently, as it was shown in drawing 3, low junction of the terminal was carried out to the base material.

[0081] The junction interface of the first member and the second member did not have a defect, and airtightness was good. Drawing 13 is the electron microscope photograph (secondary electron image) of the ceramic organization of a zygote. Drawing 14 is the electron microscope photograph of the reflection electron image of a ceramic organization in the neighborhood of a junction interface. The white image shows the yttrium. Although a junction interface is in a center section, in accordance with this junction interface, it turns out that the white line exists. This shows the condition that the junction assistant applied to the junction interface remained near the junction interface after heat treatment. Drawing 15 is the electron microscope photograph of the reflection electron image which expanded and photoed the central part of drawing 14. It can be seen that the white line is following left-hand side a little from the center section of the photograph. This is because the yttrium which is a junction assistant remains in accordance with a junction interface. Drawing 16 is the electron microscope photograph of the reflection electron image which expanded near the junction interface further and photoed it in drawing 15.

[0082] The microstructure shown in drawing 14 - drawing 16, especially drawing 16 consists of an alumimium nitride particle and a grain boundary containing an yttrium. In drawing 16, the white part shows the yttrium. Most metal atoms other than an yttrium do not exist in a grain boundary. The particle colored deep gray shows the alumimium nitride particle. Although a black part can be seen between alumimium nitride particles, this shows the open pore. Since polish processing of the front face of a sample was carried out when carrying out observation by the electron microscope, the closed pore inside a sample has appeared as an open pore in the front face. It is the central part of the lower left in drawing 16 which was typically shown in drawing 5. Thus, when drawing 16 is seen, the grain boundary layer containing a junction assistant moves by the grown-up particle, and it turns out that it is divided.

[0083] [Example B] The electrostatic chuck was manufactured according to the approach mentioned above, referring to drawing 6 (a) and (b). The first member and second member were manufactured with the alumimium nitride sintered compact, and it was made to sinter at 1900 degrees C. The yttrium was used as sintering acid. The dimension of each part material was made into the diameter of 200mm, and the disk configuration with a thickness of 10mm. Surface-grinding processing of this front face was carried out, and the circular crevice was formed. The diameter of this crevice was set to 190mm, and the depth was set to 1.0mm. The molybdenum plate with a diameter [ of 189.5mm ] and a thickness of 0.8mm was installed in this crevice. Subsequently, mirror-polishing processing of the

plane-of-composition side of the first member and the second member was carried out using lap equipment, respectively, and the center line average of roughness height and flatness of each processing side were set to 0.2 micrometers.

[0084] The nitric-acid yttrium solution hydrate whose yttrium concentration is  $2.61 \times 10^{-4}$  mol/cc:  $Y(NO_3)_3$  and a  $6H_2O$  water solution were applied to each processing side the first member and every second member. The first member and second member were fixed using the predetermined fixture, 1 hour heated under nitrogen-gas-atmosphere mind by 1.5atm at 1900 degrees C using the electric furnace, and the electrostatic chuck was obtained. Subsequently, as it was shown in drawing 3, low junction of the terminal was carried out to the base material.

[0085] The junction interface of the first member and the second member does not have a defect, and airtightness was also held.

[0086] [Example C] Endurance was examined about the ceramic heater manufactured in Experiment A. That is, temperature was raised with the rate of temperature rise of a between by 10-degree-C/ from a room temperature to 600 degrees C, it maintained at 600 degrees C for 1 hour, and the temperature reduction was carried out to the room temperature with the temperature fall velocity of a between by 10-degree-C/. When this was made into 1 cycle, the temperature resistance curve of 10 cycle was changeless.

[0087] [Example D] The plasma generating electrode equipment shown in drawing 9 and drawing 10 was manufactured. Alumimium nitride powder was prepared as ceramic powder, and the yttrium was used as sintering acid. The first member and second member were manufactured by making this sinter at 1900 degrees C. The dimension of each part material was made into the diameter of 200mm, and the disk configuration with a thickness of 10mm. Surface-grinding processing of this front face was carried out, and the circular crevice was formed. The diameter of this crevice was set to 190mm, and the depth was set to 1.0mm. The grid which consists of metal molybdenum was prepared. The wire size of the line object which constitutes a grid was 0.35mm, it was \*\*24 (24 crossover numbers per inch), and the appearance was  $\phi 190$ mm. This grid was held in the crevice. Mirror-polishing processing of the plane-of-composition side of the first member and the second member was carried out using lap equipment, respectively, and the center line average of roughness height and flatness of each processing side were set to 0.2 micrometers.

[0088] The nitric-acid yttrium solution hydrate whose yttrium concentration is  $2.61 \times 10^{-4}$  mol/cc:  $Y(NO_3)_3$  and a  $6H_2O$  water solution were applied to each processing side the first member and every second member. The first member and second member were fixed using the predetermined fixture, 1 hour heated under nitrogen-gas-atmosphere mind by 1.5atm at 1900 degrees C using the electric furnace, and the plasma electrode generator was obtained. As it was shown in drawing 3, low junction of the terminal was carried out to the base material.

[0089] The 8 inch wafer was installed in the front face of this plasma generating electrode equipment. It is  $CF_4$  in a chamber. Gas was introduced and the gas supply system and the flueing system were controlled to be able to control a pressure by 400mTorr. As an RF generator, the frequency of 13.56MHz and the 2kW thing were used. The matching box was inserted in the cable between a power source and an RF electrode in order to make a discharge condition stability. Consequently, the stable plasma sheath was able to be

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] (a) is the sectional view showing a condition just before carrying out solid state welding of the first member 1 and second member 3, and (b) is the top view showing the condition of having held the resistance heating element in the crevice of the second member 3.

[Drawing 2] (a) is the sectional view showing the ceramic heater 20, and (b) is the top view showing the ceramic heater 20.

[Drawing 3] (a) is the perspective view showing the condition of having fixed the screw to the edge of a resistance heating element, and (b) is the sectional view showing the suitable example of the junction structure of the edge of a resistance heating element, and a terminal.

[Drawing 4] (a) and (b) are the typical sectional views for explaining progress of junction to the first member and the second member.

[Drawing 5] In the abundant layers 23 of a junction assistant, it is the sectional view showing the condition that the junction assistant moved with growth of the ceramic particle 21.

[Drawing 6] (a) is the sectional view showing a condition just before joining the first member 23 and second member 24, and (b) is the sectional view showing the electrostatic chuck 26 obtained by this.

[Drawing 7] (a) is the sectional view showing a condition just before joining the first member 23 and second member 31, (b) is the sectional view showing the electrostatic chuck 33 obtained by this, and (c) is the sectional view showing the electrostatic chuck with which the heater was united.

[Drawing 8] (a) is the perspective view showing a grid 37, and (b) is the fracture perspective view showing the plasma generating electrode equipment which contained the grid.

[Drawing 9] (a) is the sectional view showing plasma generating electrode equipment, and (b) is the typical fragmentary sectional view showing the condition of having attached plasma generating electrode equipment in plasma equipment.

[Drawing 10] (a) is the perspective view showing the electrode which consists of a punching metal, (b) is the perspective view showing the electrode 57 which consists of plate-like metal bulk material, and (c) is the top view showing the electrode 58 which consists of plate-like bulk material containing slitting.

[Drawing 11] (a) is the sectional view showing a condition just before joining the first member 60 and second member 24, and (b) is the sectional view showing the electrostatic chuck 61 obtained by this.

[Drawing 12] (a) is the sectional view showing a condition just before joining the first member 1 and second member 3, and (b) is the sectional view showing the ceramic heater 65 obtained by this.

[Drawing 13] It is the electron microscope photograph (secondary electron image) of the ceramic organization of a zygote.

[Drawing 14] It is the electron microscope photograph (reflection electron image) of the ceramic organization of the zygote of drawing 13 .

[Drawing 15] It is the electron microscope photograph (reflection electron image) of the ceramic organization which expanded and photoed the central part of the zygote of drawing 14 .

[Drawing 16] In drawing 15 , it is the electron microscope photograph (reflection electron image) of the ceramic organization which expanded near the junction interface further and photoed it.

[Description of Notations]

1, 23, 60 The first member 3, 24, 31 The second member

3a, 24a, 31a Crevice 4, 25, 32, 37, 54, 57, 58 bulk material 13 Terminal 15 Connection structure of a terminal 22, 22A, 22B junction interface

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-82786

(43) 公開日 平成9年(1997)3月28日

(51) Int.Cl. <sup>a</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L	21/68		H 0 1 L 21/68	N
	21/3065		21/324	H
	21/324		H 0 5 B 3/14	B
H 0 5 B	3/14		H 0 1 L 21/302	A

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平7-263673

(22) 出願日 平成7年(1995)9月19日

(71) 出願人 000004064

日本碍子株式会社

愛知県名古屋市中瑞穂区須田町2番56号

(72) 発明者 ▲昇▼ 和宏

愛知県名古屋市中瑞穂区須田町2番56号 日  
本碍子株式会社内

(72) 発明者 小林 廣道

愛知県名古屋市中瑞穂区須田町2番56号 日  
本碍子株式会社内

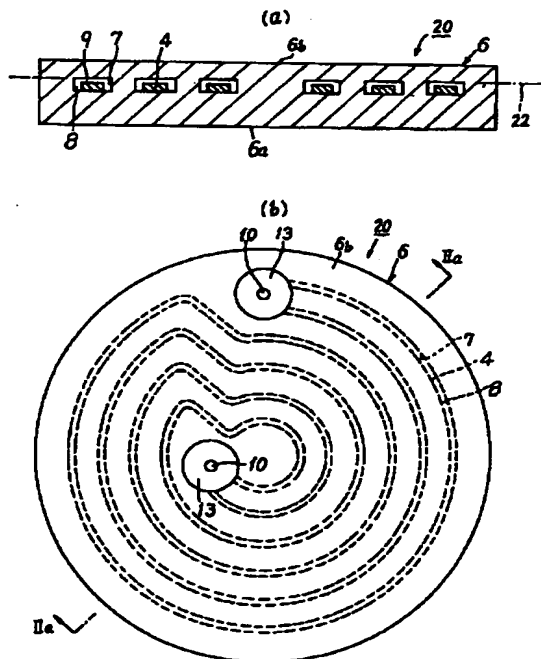
(74) 代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外5名)

(54) 【発明の名称】 半導体処理装置およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】半導体製造装置内でセラミックスヒーター等を高温で繰り返して使用したときにも、抵抗発熱体等の抵抗値の上昇や断線を防止し、セラミック基材の接合強度の低下を防止できるようにすること。

【解決手段】半導体処理装置は、緻密質セラミックスからなり、内部に密閉空間が形成されている基材6と、この密閉空間内7に設置されている金属製のバルク材4と、このバルク材4に対して電氣的に接続されている端子とを備えている。基材6が緻密質セラミックスの固相接合体からなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】緻密質セラミックスからなり、内部に密閉空間が形成されている基材と、この密閉空間内に設置されている金属製のバルク材と、このバルク材に対して電氣的に接続されている端子とを備えており、前記基材が緻密質セラミックスの固相接合体からなることを特徴とする、半導体処理装置。

【請求項2】前記固相接合体の接合界面に沿って接合助剤の原子の豊富な層が存在しており、前記接合界面の両側に延びるようにセラミックス粒子が粒成長していることを特徴とする、請求項1記載の半導体処理装置。

【請求項3】前記セラミックス粒子が窒化アルミニウムまたは窒化珪素からなり、前記接合助剤がイットリウム化合物およびイッテルビウム化合物からなる群より選ばれた一種以上の接合助剤であることを特徴とする、請求項1または2記載の半導体処理装置。

【請求項4】前記密閉空間中の雰囲気が一活性ガスであることを特徴とする、請求項1～3のいずれか一つの請求項に記載の半導体処理装置。

【請求項5】前記基材に貫通孔が設けられており、前記端子がこの貫通孔内に固定されており、前記端子と前記基材との間がろう材によって気密に接合されていることを特徴とする、請求項4記載の半導体処理装置。

【請求項6】緻密質セラミックスからなる第一の部材と、緻密質セラミックスからなり、凹部が形成されている第二の部材とを準備し、前記第一の部材と前記第二の部材との各表面を研磨加工して各加工面を形成すると共に前記凹部内に金属製のバルク材を収容し、これらの加工面のうち少なくとも一方の上に接合助剤の溶液を塗布し、次いで各加工面を当接させた状態で前記第一の部材と第二の部材とを熱処理することによって固相接合体からなる基材を製造し、この基材中に前記凹部からなる密閉空間を形成し、この密閉空間中に前記バルク材を収容することを特徴とする、半導体処理装置の製造方法。

【請求項7】前記第一の部材の前記加工面と前記第二の部材の前記加工面との中心線平均粗さ(Ra)を0.2μm以下とし、平面度を0.2μm以下とすることを特徴とする、請求項6記載の半導体処理装置の製造方法。

【請求項8】前記第一の部材と前記第二の部材とを、これらを構成するセラミックス粒子が成長する温度以上で熱処理することによって、前記第一の部材と前記第二の部材との接合界面の両側に延びるように前記セラミックス粒子を成長させることを特徴とする、請求項6または7記載の接合体の製造方法。

【請求項9】前記熱処理を不活性雰囲気中で実施することによって前記密閉空間中の雰囲気を不活性ガスとすることを特徴とする、請求項6～8のいずれか一つの請求項に記載の半導体処理装置の製造方法。

【請求項10】前記加工面に対して垂直方向に見た前記凹部の寸法よりも前記バルク材の寸法を大きくし、前記

熱処理の際に前記第一の部材と前記第二の部材とに対して圧力を加えることによって前記バルク材を変形させ、このバルク材を前記密閉空間の形状に対して追従させることを特徴とする、請求項6～9のいずれか一つの請求項に記載の半導体処理装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体ウエハー等の半導体材料を加熱し、エッチング、半導体膜形成等の処理を行うための処理装置およびその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】セラミックスヒーターとしては、導電性粉末を含有するペーストをセラミックグリーンシートの表面に印刷し、焼結することによって発熱性の抵抗膜をセラミックス基盤上に形成する方法が知られている。しかし、こうした、いわゆる厚膜手法によって抵抗体を形成したセラミックスヒーターは、長期間繰り返して使用するうちに抵抗体の電気抵抗値が上昇したり、あるいは600℃といった高温では安定して使用できないという問題があった。このため、特に半導体製造用の熱CVD装置、プラズマCVD装置、プラズマエッチング装置等においては使用できなかった。

【0003】一方、実開昭64-13689号公報においては、窒化物系セラミック体中に溝を形成し、この溝の中に発熱抵抗線を挿入したセラミックヒーターが開示されている。このセラミックヒーターにおいては、抵抗発熱線とセラミックスとの反応を防止することはできる。しかし、これを製造するために一對の窒化物セラミック焼結体を接合する必要があるが、この際には各焼結体の加工面に、この焼結体と同材質からなるペーストを塗布して各焼結体を重ね合わせ、この各焼結体の間のペーストを焼結させることによって両者を接合している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、本発明者が更に研究を進めた結果、この接合面における接合強度を向上させることは困難であることがわかった。特に窒化アルミニウム、窒化珪素といった窒化物系セラミックスの場合には、半導体製造装置内の600℃以上の高温領域で繰り返して使用したときに、焼結体同士の接合強度を長期間にわたって維持することは困難であった。また、セラミック体中の溝に設置された抵抗発熱線が溝中の雰囲気に触れるが、装置を繰り返して使用するうちに、この雰囲気内の酸素と抵抗発熱線とが反応し、抵抗発熱線が劣化してその抵抗値が上昇する傾向が見られた。更に、半導体製造装置内においてはハロゲン系腐食性ガスを使用するが、長期間使用するうちに、この腐食性ガスによって抵抗発熱線が腐食を受けることも見られた。

【0005】本発明の課題は、上記したセラミックヒー

ター等の問題点を改善することである。具体的には、半導体製造装置内でセラミックスヒーター等を高温で繰り返し使用したときにも、抵抗発熱体等の抵抗値の上昇や断線、劣化を防止し、セラミック基材の接合強度の低下、特にクラックを防止できるようにし、またハロゲン系腐食性ガスを使用する環境下でも、抵抗発熱体等が腐食を受けないようにすることである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明に係る半導体処理装置は、緻密質セラミックスからなり、内部に密閉空間が形成されている基材と、この密閉空間内に設置されて

いる金属製のバルク材と、このバルク材に対して電気的に接続されている端子とを備えており、基材が緻密質セラミックスの固相接合体からなることを特徴とする。

【0007】また、本発明に係る半導体処理装置の製造方法は、緻密質セラミックスからなる第一の部材と、緻密質セラミックスからなり、凹部が形成されている第二の部材とを準備し、第一の部材と第二の部材との各表面を研磨加工して各加工面を形成すると共に凹部内に金属製のバルク材を収容し、これらの加工面のうち少なくとも一方の上に接合助剤の溶液を塗布し、次いで各加工面を当接させた状態で第一の部材と第二の部材とを熱処理することによって固相接合体からなる基材を製造し、この基材中に凹部からなる密閉空間を形成し、この密閉空間中にバルク材を収容することを特徴とする。

【0008】本発明者は、前記の第一の部材と第二の部材との各表面を研磨加工して各加工面を形成し、凹部内に金属製のバルク材を収容し、これらの加工面のうち少なくとも一方の上に接合助剤の溶液を塗布し、各加工面を当接させた状態で第一の部材と第二の部材とを熱処理することによって、バルク材の収容された密閉空間を緻密質セラミックス基材の中に形成することに成功した。そして、この基材を高温で繰り返し使用したときにも、第一の基材の部分と第二の基材の部分とが分離したり、これらの接合界面にクラックが入ったりせず、バルク体の酸化や腐食を防止できることを確認し、本発明を完成した。

【0009】また、一体焼結によって作成したセラミックスヒーターにおいては、埋設した抵抗発熱体が断線した場合に、セラミックスヒーターの基材は既に焼結されているので、修理が不可能である。しかし、本願発明をセラミックスヒーター等に適用した場合には、若干の修正加工および再接合を行うことによって、修理が可能である。

【0010】また、一体焼結によって作成したセラミックスヒーターにおいては、抵抗発熱体を埋設したときに抵抗発熱体の位置ずれが生じ、期待した均熱性が得られない場合があった。本願発明をセラミックスヒーター等に適用した場合には、上記のヒーターに比べて抵抗発熱体等の位置ズレという問題は少ない。特に、例えば後

述する図1に示すように、例えばラセン状の抵抗発熱体と同様の軌跡をセラミックス基材に加工によって設けることで、抵抗発熱体の位置ズレは皆無にできる。更に、セラミックスヒーターの場合には、用途によっては、リフトピンを通すための貫通孔を基材に設ける必要があるが、一体焼成型のセラミックスヒーターにおいては、焼成の後に、焼成体の中の抵抗発熱体の位置をX線撮影によって検出し、この抵抗発熱体を避けるように基材に加工を施す必要がある。しかし、本願発明を適用した場合には、抵抗発熱体の位置は正確に判っているので、このような処置は不要になる。

【0011】

【実施例】本発明に係る製造方法において特に好ましくは、第一の部材の加工面と第二の部材の加工面との中心線平均粗さ(Ra)を0.2μm以下とし、平面度を0.2μm以下とする。また、更に第一の部材と第二の部材とを、これらを構成するセラミックス粒子が成長する温度以上で熱処理することによって、第一の部材と第二の部材との接合界面の両側に延びるようにセラミックス粒子を成長させる。こうした接合の具体的態様については、後述する。

【0012】本発明においては、バルク材を収容する凹部の密封性を顕著に向上させることができる。このため、基材中でバルク材を収容する密閉空間中の雰囲気を不活性ガスとすることによって、特に半導体処理装置を高温で使用するときに、バルク材の酸化防止をきわめて有効に長期間にわたって維持することができる。

【0013】また、本発明の半導体処理装置は、特にプラズマCVD装置、プラズマエッチング装置におけるエッチングガス、クリーニングガスのように、ハロゲン系腐食性ガスを使用する用途において、特に好適である。なぜなら、半導体処理装置の密閉空間中のバルク材が、気密に封止されており、ハロゲン系腐食性ガスに対する接触が防止される。

【0014】ただし、半導体処理装置においては、バルク材に対して電力を供給できるようにする必要があり、このために端子をバルク材に対して電気的に接続する必要がある。このためには、基材に密閉空間に達する貫通孔を形成し、この貫通孔に端子を挿入する必要がある。このときに、密閉空間中のバルク材に対する高度の気密性を維持するためには、端子の基材に対する気密性を確保する必要がある。このためには、端子と基材との間をろう材によって気密に接合することが好ましい。この場合、特に高度の気密性を維持するという観点からは、端子と基材との接合面積を大きくすることが必要であるが、このためには端子にフランジ部を設け、このフランジ部を基材の背面に対してろう材によって接合することが好ましい。

【0015】このように密閉空間中の雰囲気の不活性ガスとするためには、熱処理を不活性雰囲気中で実施する

10

20

30

40

50

ことができる。また、密閉空間中を真空状態とすることによって、この中のバルク材の酸化を防止することもできる。この場合には、密閉空間の真空度を $10^{-2}$  トール以下とすることが好ましい。

【0016】第一の部材の加工面側は、平坦面にすることができるが、こちらにもバルク材を収容するための凹部を形成してよい。

【0017】第一の部材と第二の部材とは、それぞれ常圧焼結法、ホットプレス法、ホットアイソスタティックプレス法等によって製造することができる。第一の部材と第二の部材とを接合させる際には、両者の積層体に対して圧力を加えることができるが、この圧力は必ずしも必要ない。

【0018】しかし、本発明の製造方法の一態様においては、第二の部材において、接合面に対して垂直方向に見た凹部の寸法よりも前記バルク材の寸法を大きくし、熱処理の際に第一の部材と第二の部材とに対して圧力を加えることによってバルク材を変形させる。この変形の過程で、バルク材の形状が、密閉空間の形状に対して追従する。これによって、バルク材と密閉空間との間の隙間をほぼ完全に無くすることができ、これによってバルク材と密閉空間との間の熱伝達を顕著に向上させることができる。これは、特に半導体処理装置を加熱装置として使用するとき、応答性が顕著に向上するという作用効果をもたらす。しかも、従来のようにバルク材と基材との間には反応層が生じない。

【0019】この場合、特にバルク材の体積を密閉空間の体積と同じになるようにしておけば、バルク材の変形によって密閉空間をほぼ完全に充填することができる。つまり、バルク材の形態から見れば、バルク材をセラミックス粉末中に埋設してセラミックス粉末と一体焼結させたときと同様に、バルク材を隙間無くセラミックス基材中に埋設することができ、しかも両者の間における反応層が生じないようにすることができる。

【0020】本発明に係る半導体処理装置としては、バルク材として高融点金属からなる抵抗発熱体を使用したセラミックスヒーター、バルク材として静電チャック電極を使用した静電チャックを例示することができる。また、バルク材として高周波電極を使用した、プラズマを発生させるためのプラズマ発生電極装置を例示することができる。このプラズマ発生電極装置は本出願時には未公開の研究であるため、更に後述する。

【0021】本発明の半導体処理装置を、ハロゲン系腐食性ガスを使用する半導体製造装置内に設置する場合には、ハロゲン系腐食性ガスのイオンのアタックによって緻密質セラミックス基材の表面に反応生成物が生ずるが、この反応生成物層の厚さは数〜数十 $\mu\text{m}$ に達する。従って、十分な絶縁性を維持するために、バルク材と表面との間の厚さの最小値を0.1mm以上にすることが好ましく、その平均値を0.5mm以上にすることが好

ましい。

【0022】特に相対密度99%以上の窒化アルミニウムによって基材を形成した場合には、ハロゲン系腐食性ガスと基材との反応生成物層として、 $\text{AlF}_3$ からなるパッシベーション層が生成し、この層が耐蝕作用を有しているため、この層の内部へと腐食が進行するのを防止することができる。特に99%以上の相対密度を有した常圧焼結、ホットプレス焼成又は熱CVDにより製造した緻密な窒化アルミニウムが好ましい。

【0023】また、半導体の重金属による汚染を防止する必要があるが、特に高密度化の進展によって、重金属の排除に対する要求が極めて高度になってきている。この観点からは、窒化アルミニウムにおける不純物の含有量を1%以下に抑制することが好ましい。

【0024】本発明をプラズマ発生電極装置に対して適用する場合には、バルク材からなる高周波電極と基材のプラズマ発生側の表面との間に、緻密質セラミックスからなる電磁波透過層が設けられる。

【0025】従来、プラズマを発生させるための対向電極としては、例えばアルマイト電極が知られているが、この表面上でプラズマシースが安定して生成しないことを発見した。通常の常識に従えば、電極の表面を絶縁物で被覆すると、絶縁物の表面はマイナス電位になるので、プラズマシースの領域が大きくなり、安定するはずである。しかし、アルマイト薄膜の場合には、高温に加熱したときなどに、表面電位を、十分な大きさの均一なマイナス電位に保持することができず、均一で十分に安定したプラズマシースを生成させることができないことが判明した。

【0026】この一方、従来は、絶縁膜の厚さを大きくすると、プラズマ領域と電極との距離がその分大きくなり、プラズマ中のイオンの加速が不十分になって、プラズマの放電安定性が損なわれると考えられていた。

【0027】しかし、バルク材からなる電極を緻密質セラミックス基材の密閉空間中に設置し、この基材のプラズマ発生側の部分からなる電磁波透過層の厚さの最小値を0.1mm以上と厚くすると、プラズマシースの領域が拡大し、均一で安定なプラズマを生成させることができた。しかも、このように電磁波透過層を厚くしても、この電磁波透過層が緻密質セラミックスからなっており、電磁波透過層の誘電率 $\epsilon$ は、真空の誘電率に比べて数倍以上大きい。この結果、電極間の電界強度の低下もなく、プラズマ中のイオンをプラズマシースにおいて十分に加速することができ、プラズマ放電が安定することを確認した。

【0028】このプラズマ発生電極装置を設置するときには、この装置の密閉空間内の電極とはほぼ平行に対向電極を設置し、これらの各電極に高周波電力を供給することができる。この際、基材内の電極に対して高周波電力を供給し、対向電極をアースすることもできるし、対向



電極に対して高周波電力を供給し、基材内の電極をアースすることもできる。

【0029】また、電磁波透過層を構成する緻密質セラミックスの誘電率は一般に大きい、電磁波透過層の厚さの平均値が大きくなりすぎると、電磁波透過層の誘電体損失による自己発熱量が大きくなり、プラズマパワーの効率が低下してくる傾向があった。この観点から、電磁波透過層の厚さの平均値は、特に5.0mm以下とすることが好ましい。

【0030】プラズマ発生電極装置においては、面状の金属バルク体を使用することが好ましい。ここで、面状の金属バルク材とは、例えば、線体あるいは板体をらせん状、蛇行状に配置することなく、一体の面状として形成したものをいう。この点に関して更に説明する。現在、半導体ウエハの大型化が進行している。この一方、充分に高周波を伝えるためには、装置のリアクタンス成分を低減する必要があり、好ましくは電極の抵抗値を1Ω以下とする必要がある。このためには、電極の厚さを十分に大きくすることが必要である。しかし、印刷電極においては、これは困難である。

【0031】この点、面状の金属バルク体を使用することによって、電極の抵抗値を小さくすることが容易である。例えば、スクリーン印刷電極は、厚さが高々数十μm程度なので、抵抗値が必然的に大きくなる。例えば電極がタングステンであり、周波数が13.56MHzの場合、電極の厚さは20μm以上が望ましい。しかし、この厚さの電極を、スクリーン印刷法で形成することは容易ではない。

【0032】しかも、基材の中に前記したように電極が気密に封入されているので、高真空等の放電し易い条件下においても、接合面からの放電、絶縁破壊は生じ得ない。従って、プラズマ発生電極装置の信頼性が飛躍的に向上する。

【0033】本発明の半導体処理装置において、基材を構成するセラミックスとしては、窒化珪素、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、サイアロン等の窒化物系セラミックス、アルミナ-炭化珪素複合材料が好ましい。本発明者の研究によれば、耐熱衝撃性の観点からは、窒化珪素が特に好ましく、ハロゲン系腐食性ガス等に対する耐蝕性の点では、前述したように、密度99%以上の窒化アルミニウムが特に好ましい。

【0034】本発明の半導体処理装置を、特に600°C以上の高温にまで温度が上昇する用途に使用するときには、電極を高融点金属で形成することが好ましい。こうした高融点金属としては、タンタル、タングステン、モリブデン、白金、レニウム、ハフニウム及びこれらの合金を例示できる。また、こうした電極や抵抗発熱体を構成する高融点金属に対して、TiNやTiC等の窒化物や炭化物をコーティングすることが更に好ましく、これによって加熱サイクルに対する耐久性が向上し、即ち

加熱サイクルを加えても断線や抵抗値の上昇が生じにくくなる。

【0035】電極の形態は、薄板からなる面状の電極の他、多数の小孔を有する板状体からなる面状の電極や、網状の電極を含む。電極が、多数の小孔を有する板状体である場合、網状である場合には、これらの多数の小孔や縞目にセラミックス粉末が流動して回り込むので、面状の電極の両側におけるセラミックスの接合力が大きくなり、基体の強度が向上する。

【0036】こうした電極としては、パンチングメタル、金網を例示できる。ただし、電極が高融点金属からなり、かつパンチングメタルである場合には、金属の硬度が高いので、高融点金属からなる板に多数の小孔をパンチによって開けることは困難であり、加工コストも非常に高くなる。

【0037】この点、電極が網状電極である場合には、高融点金属からなる線材が容易に入手できるので、この線材を編組すれば網状電極を製造できる。従って、電極の製造が容易である。

【0038】また、電極の形態が薄板である場合には、電極と基体との熱膨張係数の差によって、電極の周縁部分に特に大きな応力がかかり、この応力のために基体が破損することがあった。しかし、電極が、多数の小孔を有する板状体である場合や網状である場合には、この応力が多数の小孔によって分散される。更に、網状電極では、線材を使用するために、線材の断面が円形となるので、この線材の周囲における応力分散の効果が大きい。

【0039】網状電極のメッシュ形状、線径等は特に限定しない。しかし、網状電極の線幅が0.8mm以下であり、1インチ当たり8本以上の線交差を有していることが好ましい。即ち、線幅が0.8mmを越えると、対向電極で構成したプラズマ発生用空間における電界強度分布が乱れるため、プラズマの分布が悪化し易い。また、プラズマ発生電極装置を長時間使用したときに、セラミックス中に異物として存在する線体による応力場がセラミックスの強度を越えることにより、セラミックスの破損が生じやすい傾向があった。また、1インチ当たりの線交差が8本未満であると、網状電極全体に均一な電流が流れにくくなった。

【0040】実際の製造上の観点から見ると、網状電極の線幅は0.1mm以上とすることが好ましく、1インチ当たりの線交差の数は100本以下とすることが好ましい。

【0041】網状電極を構成する線材の幅方向断面形状は、円形その他、楕円形、長方形等、種々の圧延形状であってよい。

【0042】プラズマ発生電極装置において、電磁波透過層を透過する電磁波の周波数領域は、300GHz以下である。このうち、前記した電磁波透過層が特に有用であるのは、マイクロ波領域である。マイクロ波の周波

数領域は、300MHz～300GHzである。しかし、窒化アルミニウムの特性は、1MHzの領域でも、10GHzの特性と比べてほとんど変化しないため、1MHz～300MHzの周波数領域でも、上記の効果を奏することができる。

【0043】以下、図面を参照しつつ、本発明を更に詳細に説明する。図1(a)は、第一の部材1と第一の部材3とを固相接合する直前の状態を示す断面図であり、図1(b)は第二の部材3の凹部に抵抗発熱体を設置した状態を示す平面図であり、図2(a)は、これらの各  
10 部材の固相接合によって得られたセラミックスヒーター20を示す断面図であり、図2(b)はこのセラミックスヒーターの平面図である。第一の部材1は平板形状をなしており、この部材1の主面1aに前記溶液の塗布層2を設けた。部材1の他方の主面1bには塗布層は設けていない。第二の部材3も平板形状をなしており、この部材3の一方の主面側には、所定形状の溝ないし凹部3aが形成されている。本実施例ではこの凹部の平面形状は、抵抗発熱体4を収容できる形状となっており、凹部3の横断面の形状は長方形である。凹部3aの間には突起部分が残っている。この凹部3aと反対側の主面3cを、半導体ウェハーの加熱面として使用する。

【0044】抵抗発熱体4は、本実施例では金属箔からなる箔状の抵抗体であり、平面的に見ると、3列の互いに直径の異なる同心円状部分4bと、これらの各列の同心円状部分の間を連結している直線部分4cとによって構成されている。これらの各部材1、3の相対向する表面側を研磨加工し、研磨面1aおよび3bを形成する。この後は前述した本発明の製造方法に従って、第一の部材1と第二の部材3とを固相接合し、図2(a)、  
20 (b)のセラミックスヒーター20を得る。

【0045】セラミックスヒーター20においては、緻密質セラミックスからなる基材6の内部に密閉空間7が形成されており、密閉空間7の中に抵抗発熱体4が収容されている。6aはウェハー加熱面であり、6bは、端子を接続するための背面である。端子を抵抗発熱体へと接続するための好ましい構造は後述する。第一の部材1と第二の部材3との接合界面22では、剥離や気体の漏れ、クラックといった問題は生じない。密閉空間7中では、抵抗発熱体4と密閉空間の壁面との間に隙間8、9が残っている。つまり、抵抗発熱体は密閉空間7中にリジッドに固定されておらず、この中で変形可能な状態となっている。

【0046】図2(b)に示すように、基材6の背面6b側には端子13が露出している。この端子13は、抵抗発熱体4の外側の末端と内側の末端とにそれぞれ固定されている。

【0047】図3(a)、(b)は、抵抗発熱体4の両末端における端子の接合構造を示すものである。抵抗発熱体4の末端には環状部4aが形成されており、環状部

4aの貫通孔5の中にボルト14が挿入されており、このボルト14にナット11が嵌められている。基材6の背面6b側に端子挿入孔12が形成されており、この挿入孔12に端子13の本体が挿入されている。端子13の雌ねじ13aにボルト14がはめ込まれ、固定されている。この雌ねじ13aと反対側に雌ねじ13bが設けられており、この雌ねじ13bにボルト10がはめ込まれている。端子13の本体には、横方向へと向かって広がる円環形状のフランジ部13cが形成されており、このフランジ部13cが背面6bにロウ材30によって接  
10 合されている。

【0048】第一の部材1と第二の部材3との接合界面の状態について、更に図4および図5を参照しつつ説明する。ただし、この接合構造は、他の半導体処理装置においても当てはまるので、図4ではこれらをまとめて説明する。まず、接合後に半導体処理装置の基材を構成する第一の部材71(図1においては第一の部材1)と第二の部材72(図1においては第二の部材3)とを準備する。第一の部材71と第二の部材72とのうち接合すべき面(図1においては1aおよび3b)を精密研磨加工する。この際、加工後において、好ましくは、各加工面73、74の中心線平均粗さ(Ra)を0.2μm以下とし、平面度を0.2μm以下とする。次いで、これらの各加工面の少なくとも一方の上に、接合助剤を含有する溶液を塗布し、塗布層を設ける。この際には、この溶液を、両方の加工面73、74に対して塗布することができ、また一方の加工面のみに塗布することもできる。次いで、各加工面を隙間なく接触させる。

【0049】この時点においては、図4(a)に模式的断面図として示すような状態になる。即ち、第一の部材71と第二の部材72との微構造を検討すると、多結晶構造であり、セラミックス粒子16、17が多数存在しており、粒子16、17の間に粒界層18が存在している。ここで、加工面73、74においては、粒子16が切断され、切断面16aが露出する。ここで、加工面73、74において、平面度および中心線平均粗さ(Ra)を前記のように小さくすることで、切断面73と74とが完全に密着する。

【0050】そして、溶液2を切断面73と74との間に介在させて熱処理すると、互いに研磨面で接触していた粒子16同士が、接合助剤の拡散に応じて接合し、図4(b)に示すように成長し、接合粒子21が生成する。この接合粒子21は、接合界面22をまたぐように、接合界面22の両側に向かって延びる。これによって固相接合体75が得られる。

【0051】このように、いったん切断され、この切断面が研磨された粒子16同士を密着させ、接合助剤の拡散の助けによって、粒子16同士を接合および成長させる。この結果、例えば図5に示すように、接合界面22に沿って接合助剤の豊富な層80が生成すると共に、こ  
50

の接合助剤の豊富な層80において、接合粒子21が発生して成長し、接合界面22の両側に向かって延びる。この過程において、接合助剤を多量に含む粒界部分18が、粒子21の成長によって接合界面から両側へと向かって排除されてくる。しかし、この接合助剤の豊富な層80は結果的に残留しており、電子顕微鏡によって、明瞭に確認することができる。

【0052】ここで、中心線平均粗さが前記の値よりも大きいと、切断された粒子16の切断面の間に微小な隙間が生じるために、粒子の接合が生じにくいものと思われる。また、平面度が上記の値よりも大きい場合にも、全体として加工面同士が隙間無く密着しないために、粒子の接合が生じにくいものと思われる。また、接合助剤は溶解させることが必要であり、接合助剤の粒子を含むスラリーを使用した場合には、第一の部材と第二の部材とを良好に接合させることはできなかった。

【0053】なお、中心線平均粗さ(Ra)とは、粗さ断面曲線を中心線から折り返し、その粗さ曲線と中心線とによって得られた面積(折り返し部分を含む)を、長さとして除した値である。平面度とは、平面部分の幾何学的平面からの狂いの大きさを言い、JISでは、平面部分を2つの平行な幾何学的平面で挟んだとき、これらの両平面の間隔が最小となるときの、両幾何学的平面の間隔で表す。中心線平均粗さと平面度とは、表面粗さ計およびレーザー干渉計で測定することができる。

【0054】前記加工面の中心線平均粗さは、0.1μm以下とすることが一層好ましく、平面度を0.1μm以下とすることが一層好ましい。これらは、切断された粒子同士の接合を更に容易にするためには、できるだけ小さくすることが好ましいので、下限を限定する必要はない。しかし、本出願時点における加工精度は、中心線平均粗さが0.05μm程度であり、平面度が0.07μm程度である。加工面の平面度および中心線平均粗さを、前記の値の範囲内にするには、各部材の表面を平面研削盤および高速ラップ盤で加工することが好ましい。

【0055】セラミックス粒子の成長は、比較的到低温でも、ある程度は生ずる。しかし、第一の部材および第二の部材の焼結温度をTとしたとき、(T-50)℃以上の温度で熱処理することが、接合強度を特に高くするという観点から見て好ましい。これによって、一体焼結によって製造した焼結体とほぼ同等の強度を備えた接合体を製造できることを、確認した。

【0056】前記熱処理の温度が焼結温度以下であるときに、接合体の強度を最大にすることができる。これが焼結温度よりも高くなると、接合界面における粒子の成長が十分に行われる間に、他の部分で生ずる異常粒成長によって、欠陥が発生し、接合界面以外の部分における強度が低下してくるためである。この意味で、第一および第二の部材の焼結温度をTとしたとき、(T+50)℃以下の温度で熱処理することが好ましい。

【0057】また、第一の部材および第二の部材を焼結する際に焼結助剤を使用している場合、その焼結助剤と同一の焼結助剤を使用することが好ましい。

【0058】セラミックス粒子が、窒化アルミニウムまたは窒化珪素からなる場合には、イットリウム化合物およびイッテルビウム化合物からなる群より選ばれた一種以上の接合助剤が好ましく、イットリウム化合物が特に好ましい。この場合に、特に顕著な接合強度の増大および耐久性の向上を確認することができた。この場合には、水溶性の塩化イットリウム、塩化イットリウム水和物、硫酸イットリウム、酢酸イットリウムの水溶液や、塩化イットリウム、塩化イットリウム水和物、酢酸イットリウムのエチルアルコール溶液を、使用することが好ましい。

【0059】加熱方法としては、常圧での熱処理、ホットプレス法、プラズマ活性化焼結、レーザーによる局部加熱法等がある。加熱処理の時間は、焼結体の大きさや熱処理温度等に応じて、変化させることができる。

【0060】次に、本発明を静電チャックに対して適用した実施例を示す。図6(a)は、第一の部材23と第二の部材24とを接合する直前の状態を示す断面図であり、図6(b)は、これらの固相接合体からなる静電チャック26を示す断面図である。部材23、24は平板形状をなしている。第一の部材23の一对の主面23a、23bは平坦であり、これらの間に貫通孔12が形成されている。主面23a上に前記溶液の塗布層2を設ける。第二の部材24の一方の主面側には、所定形状の凹部24aが形成されている。本実施例ではこの凹部24の平面形状は、半導体ウエハーと同じ形状となっている。凹部24aと反対側の主面24cを、半導体ウエハーの吸着面として使用する。

【0061】静電チャック電極25は、本実施例では平板形状の金属バルク材であり、端子取り付け用の貫通孔25aが形成されている。これらの各部材23、24の相対向する表面側を研磨加工し、研磨面23aおよび24bを形成する。この後は前述した本発明の製造方法に従って、部材23と24とを固相接合し、図6(b)の静電チャック26を得る。

【0062】静電チャック26においては、緻密質セラミックスからなる基材27の内部に密閉空間28が形成されており、密閉空間28の中にバルク材25が収容されている。27aはウエハー吸着面であり、27bは背面である。端子13とバルク材25との接続構造は、図3に示したものである。部材23と24との接合界面22では、剥離や気体の漏れ、クラックといった問題は生じない。密閉空間28中では、電極25と密閉空間28の壁面との間に隙間8、9が残っている。つまり、電極25は密閉空間28中にリジッドに固定されておらず、この中で変形可能な状態となっている。電極25とウエハー吸着面との間には所定厚さの誘電体層29が形成さ

れる。

【0063】図7(a)は、第一の部材23と第二の部材31とを接合する直前の状態を示す断面図であり、図6(b)は、これらの固相接合体からなる静電チャック33を示す断面図である。部材23は前述したものである。第二の部材31の一方の主面側には、所定形状の凹部31aが2箇所に形成されている。本実施例ではこの凹部31dの平面形状は、いずれも略半円形状となっている。凹部31aと反対側の主面31cを、半導体ウエハーの吸着面として使用する。

【0064】静電チャック電極32は、本実施例では平板形状の金属バルク材であり、端子取り付け用の貫通孔32aが形成されている。各電極32は各凹部31a内に収容されている。これらの各部材23、31の相対向する表面側を研磨加工し、研磨面23aおよび31bを形成する。この後は前述した本発明の製造方法に従って、部材23と31とを固相接合し、図7(b)の静電チャック33を得る。

【0065】静電チャック33においては、緻密質セラミックスからなる基材35の内部に2箇所に密閉空間33が形成されており、密閉空間33の中にバルク材32が収容されている。35aはウエハー吸着面であり、35bは背面である。端子13とバルク材32との接続構造は、図3に示したものである。密閉空間33中では、電極32と密閉空間33の壁面との間に隙間8、9が残っており、電極32は密閉空間33中にリジッドに固定されておらず、この中で変形可能な状態となっている。

【0066】図7(c)は、本発明の実施例に係るヒーター付きの静電チャック34を示す断面図である。静電チャック34においては、緻密質セラミックスからなる基材36の内部に、前記した抵抗発熱体4と静電チャック電極25とが収容されている。即ち、基材36の背面36b側に抵抗発熱体4が収容されており、ウエハー吸着面36a側に静電チャック電極25が収容されている。22A、22Bはそれぞれ固相接合の接合界面である。

【0067】図8、図9は、本発明をプラズマ発生用の電極装置に適用した実施例を示すものである。図8

(a)は、網状電極37を示す斜視図であり、図8(b)は、プラズマ発生用の電極装置を切り欠いて示す斜視図であり、図9(a)は、プラズマ発生電極装置41を示す断面図であり、図9(b)は、プラズマ発生電極装置41をチャンバー51内に設置した状態を模式的に示す部分断面図である。

【0068】網状電極37は、全体として円形をなしており、円形の線体37bと縦横の線体37aとを編組したものである。38は編み目である。基材39は、緻密質セラミックスからなり、円盤形状の本体39aと、本体39aの背面39b側で水平方向に延びるように形成されているフランジ部39cとからなる。基材39の内

部に密閉空間40が形成されており、密閉空間40の中に網状電極37が収容されている。39dはウエハー設置面である。基材39の背面39b側には端子13が露出している。端子13と網状電極7とはネジ14によって接合されている。半導体ウエハー設置面39d側には電磁波透過層42が形成されている。

【0069】チャンバー51内に、アーム48を介してプラズマ発生電極装置41が設置されている。この際、電極37が上面側となるようにプラズマ発生電極装置を設置し、設置面39dに半導体ウエハーWを載置する。電力供給用のケーブル52Bの一端を端子13に接続し、ケーブル52Bの他端をチャンバー51外へと出し、高周波電源49に接続する。電極37と対向する位置に、所定間隔を置いて平行に対向電極47を設置する。電力供給用のケーブル52Aの一端を対向電極47に接続し、ケーブル52Aの他端をチャンバー51外へと出し、高周波電源49及びアース50へと接続する。

【0070】この状態で、一対のケーブル52A、52Bを介して高周波電力を供給することにより、半導体ウエハーWの上のプラズマ発生領域46に、プラズマを発生させることができる。この際、プラズマ発生領域46と設置面39dとの間にプラズマシースが発生する。

【0071】図10(a)は、高周波電極として使用できるバンチングメタル54を示す斜視図である。バンチングメタル54は円形をしており、円形の平板55内に、多数の円形孔56が基盤目形状に多数形成されている。

【0072】図10(b)は、高周波電極として使用できる円形の薄板57を示す斜視図である。図10(c)は、高周波電極として使用できる薄板58を示す平面図である。薄板58内には、細長い直線状の切り込み59b、59cが、互いに平行に合計6列形成されている。このうち、3列の切り込み59bは、図10(c)において下側に開口しており、残り3列の切り込み59cは上側に開口している。切り込み59bと59cとは、交互に配置されている。こうした形状を採用した結果、薄板によって細長い導電路が形成されている。従って、この導電路の両端部分59aにそれぞれ端子を接続する。

【0073】図11は、本発明の他の実施例に従って静電チャックを製造するプロセスを説明するための図面である。図11(a)は、第一の部材60と第二の部材24とを接合する直前の状態を示す断面図であり、図11(b)は、これらの各部材の固相接合によって得られた静電チャック61を示す断面図である。第一の部材60は平板形状をなしており、この部材60の主面60aに前記溶液の塗布層2を設け、他方の主面60bには塗布層を設けていない。第二の部材24も平板形状をなしており、この部材24の一方の主面側には、所定形状の凹部24aが形成されている。この凹部24aと反対側の主面24cを、半導体ウエハーの吸着面として使用する

る。

【0074】第二の部材24の凹部24aに金属板71を設置する。各部材60、24の相対向する表面側を研磨加工し、研磨面60aおよび24bを形成する。この後は前述した本発明の製造方法に従って、部材60と24とを固相接合する。ただし、この際に、本実施例では、金属板71の高さを凹部24aの深さよりも大きくし、即ち、金属板71が寸法sだけ凹部24aから突出するようにした。この代わりに、金属板71と凹部24の壁面との間に寸法tの隙間を設けた。

【0075】この状態で、金属板71が加圧下に変形可能な温度範囲で、部材60と部材24との間で図11

(a)において縦方向に圧力を加えることによって、金属板71を変形させる。これによって図11(b)に示す静電チャックが得られる。基材62の内部に密閉空間28が形成されており、密閉空間28の中に電極63が収容されている。62aはウエハー設置面であり、62bは背面である。ここで、密閉空間28の形状に沿って金属板71を変形させているので、この電極63が壁面に対して密着する。

【0076】図12(a)は、第一の部材1と第二の部材3とを接合する直前の状態を示す断面図であり、図12(b)は、これらの各部材の固相接合によって得られたセラミックスヒーター65を示す断面図である。第二の部材3の凹部3aに、抵抗発熱体を構成する金属板64を設置する。各部材1、3の相対向する表面側を研磨加工し、研磨面1aおよび3bを形成する。この後は前述した本発明の製造方法に従って、部材1と3とを固相接合する。ただし、この際に、本実施例では、金属板64の高さを凹部3aの深さよりも大きくし、即ち、金属板64が寸法sだけ凹部3aから突出するようにした。この代わりに、金属板64と凹部3aの壁面との間に寸法tの隙間を設けた。

【0077】この状態で、金属板64が加圧下に変形可能な温度範囲で、部材1と3との間で、図12(a)において縦方向に圧力を加えることによって、金属板64を変形させる。これによって、基材6の内部に密閉空間7が形成され、密閉空間7の中に電極66が収容される。6aはウエハー加熱面であり、6bは背面である。ここで、密閉空間7の形状に沿って金属板64を変形させているので、この電極66が壁面に対して密着する。

【0078】ここで、寸法tおよび寸法sは、 $s \times \text{金属板64の幅} \times \text{金属板64の長さ} \leq 2(t \times \text{凹部3aの深さ} \times \text{凹部3aの長さ})$ の関係を満たすようにすることが好ましい。また、この金属板の形態は、バルク材である限りは他の形態のものに変更することができる。

【0079】以下、更に具体的な実験結果について述べる。

【実施例A】図1～図5を参照しつつ前述した方法に従って、セラミックスヒーターを製造した。第一の部材お

よび第二の部材を窒化アルミニウム焼結体によって製造し、1900℃で焼結させた。焼結助剤としてイットリウムを使用した。各部材の寸法は、直径200mm、厚さ10mmの円盤形状とした。この表面を平面研削加工し、凹部を形成した。この凹部の幅を3mmとし、深さを50μmとした。次いで、第一の部材および第二の部材の接合面側をそれぞれラップ装置を使用して鏡面研磨加工し、各加工面の中心線平均粗さおよび平面度を0.2μmとした。厚さ25μmのモリブデン箔をエッチング加工することによって所望の平面的パターンが発熱体を形成し、この発熱体を凹部中に設置した。

【0080】イットリウム濃度が $2.61 \times 10^{-4} \text{mol/l}$ の硝酸イットリウム溶液水和物： $Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ 水溶液を、第一の部材および第二の部材の各加工面に塗布した。所定の治具を使用して第一の部材と第二の部材とを固定し、電気炉を使用して1900℃で1時間の間1.5atmで窒素雰囲気下に加熱し、セラミックスヒーターを得た。次いで、図3に示すようにして、端子を基材に対してろう接合した。

【0081】第一の部材と第二の部材との接合界面には、欠陥がなく、気密性が良好であった。図13は、接合体のセラミックス組織の電子顕微鏡写真(二次電子像)である。図14は、接合界面の近辺におけるセラミックス組織の反射電子像の電子顕微鏡写真である。白い像は、イットリウムを示している。中央部に接合界面があるが、この接合界面に沿って、白い線が存在しているのが判る。これは、接合界面に塗布した接合助剤が、熱処理後において、接合界面付近に残留した状態を示している。図15は、図14の中央部分を拡大して撮影した、反射電子像の電子顕微鏡写真である。写真の中央部からやや左側に、白い線が連続しているのが見える。これは、接合助剤であるイットリウムが接合界面に沿って残留しているからである。図16は、図15において、接合界面付近を更に拡大して撮影した、反射電子像の電子顕微鏡写真である。

【0082】図14～図16、特に図16に示す微構造は、窒化アルミニウム粒子と、イットリウムを含む粒界とからなっている。図16において、白色部分はイットリウムを示している。粒界には、イットリウム以外の金属原子は、ほとんど存在していない。濃い灰色に着色した粒子は、窒化アルミニウム粒子を示している。窒化アルミニウム粒子の間に、黒色部分が見えるが、これは開気孔を示している。電子顕微鏡による観察を実施するときに、試料の表面を研磨加工したために、試料内部の開気孔が、表面に開気孔として現れている。図5に模式的に示したのは、図16における左下の中央部分である。このように、図16を見ると、接合助剤を含む粒界層が、成長した粒子によって、移動し、分断されているのがわかる。

【0083】【実施例B】図6(a)、(b)を参照し

つつ前述した方法に従って、静電チャックを製造した。第一の部材および第二の部材を窒化アルミニウム焼結体によって製造し、1900℃で焼結させた。焼結助剤としてイットリウムを使用した。各部材の寸法は、直径200mm、厚さ10mmの円盤形状とした。この表面を平面研削加工し、円形の凹部を形成した。この凹部の直径を190mmとし、深さを1.0mmとした。直径189.5mm、厚さ0.8mmのモリブデン板をこの凹部内に設置した。次いで、第一の部材および第二の部材の接合面側をそれぞれラップ装置を使用して鏡面研磨加工し、各加工面の中心線平均粗さおよび平面度を0.2μmとした。

【0084】イットリウム濃度が $2.61 \times 10^{-4} \text{mol/cc}$ の硝酸イットリウム溶液水和物： $\text{Y}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 水溶液を、第一の部材および第二の部材おき各加工面に塗布した。所定の治具を使用して第一の部材と第二の部材とを固定し、電気炉を使用して1900℃で1時間の間1.5atmで窒素雰囲気下に加熱し、静電チャックを得た。次いで、図3に示すようにして、端子を基材に対してロウ接合した。

【0085】第一の部材と第二の部材との接合界面には、欠陥がなく、気密性も保持されていた。

【0086】【実施例C】実験Aで製造したセラミックヒーターについて耐久性を試験した。即ち、室温から600℃まで10℃/分間の温度上昇速度で温度を上げ、600℃で1時間維持し、10℃/分間の温度降下速度で室温まで温度降下させた。これを1サイクルとしたところ、10サイクルの温度抵抗カーブは変化がなかった。

【0087】【実施例D】図9および図10に示すプラズマ発生電極装置を製造した。セラミック粉末として窒化アルミニウム粉末を準備し、焼結助剤としてイットリウムを使用した。これを1900℃で焼結させることによって、第一の部材および第二の部材を製造した。各部材の寸法は、直径200mm、厚さ10mmの円盤形状とした。この表面を平面研削加工し、円形の凹部を形成した。この凹部の直径を190mmとし、深さを1.0mmとした。金属モリブデンからなる網状電極を準備した。網状電極を構成する線体の線径は、0.35mmであり、#24（1インチ当たり24本の交差本数）であり、外形はφ190mmであった。この網状電極を凹部内に収容した。第一の部材および第二の部材の接合面側をそれぞれラップ装置を使用して鏡面研磨加工し、各加工面の中心線平均粗さおよび平面度を0.2μmとした。

【0088】イットリウム濃度が $2.61 \times 10^{-4} \text{mol/cc}$ の硝酸イットリウム溶液水和物： $\text{Y}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 水溶液を、第一の部材および第二の部材おき各加工面に塗布した。所定の治具を使用して第一の部材と第二の部材とを固定し、電気炉を使用して1900

℃で1時間の間1.5atmで窒素雰囲気下に加熱し、プラズマ電極発生装置を得た。図3に示すようにして、端子を基材に対してロウ接合した。

【0089】このプラズマ発生電極装置の表面に8インチウエハーを設置した。チャンバー内にCF<sub>4</sub>ガスを導入し、400mTorrで圧力をコントロールできるように、ガス供給系及びガス排気系を制御した。高周波電源として、周波数13.56MHz、2kWのものを使用した。放電状態を安定にするため、電源と高周波電極との間のケーブルにはマッチングボックスを挿入した。この結果、安定したプラズマシースを形成することができた。

【0090】

【発明の効果】以上述べたように、半導体製造装置内でセラミックヒーター等を高温で繰り返して使用したときにも、抵抗発熱体等のバルク材の抵抗値の上昇や劣化を防止し、セラミック基材の接合強度の低下、特にクラックを防止することができた。

【図面の簡単な説明】

20 【図1】(a)は、第一の部材1と第二の部材3とを固相接合する直前の状態を示す断面図であり、(b)は、第二の部材3の凹部に抵抗発熱体を収容した状態を示す断面図である。

【図2】(a)は、セラミックヒーター20を示す断面図であり、(b)は、セラミックヒーター20を示す断面図である。

【図3】(a)は、抵抗発熱体の端部にネジを固定した状態を示す斜視図であり、(b)は、抵抗発熱体の端部と端子との接合構造の好適例を示す断面図である。

30 【図4】(a)、(b)は、第一の部材と第二の部材との接合の進展を説明するための模式的断面図である。

【図5】接合助剤の豊富な層23において、セラミック粒子21の成長によって接合助剤が移動した状態を示す断面図である。

【図6】(a)は、第一の部材23と第二の部材24とを接合する直前の状態を示す断面図であり、(b)は、これによって得られた静電チャック26を示す断面図である。

40 【図7】(a)は、第一の部材23と第二の部材31とを接合する直前の状態を示す断面図であり、(b)は、これによって得られた静電チャック33を示す断面図であり、(c)は、ヒーターが一体化された静電チャックを示す断面図である。

【図8】(a)は、網状電極37を示す斜視図であり、(b)は、網状電極を内蔵したプラズマ発生電極装置を示す破断斜視図である。

【図9】(a)は、プラズマ発生電極装置を示す断面図であり、(b)は、プラズマ発生電極装置をプラズマ装置内に取り付けた状態を示す模式的断面図である。

50 【図10】(a)は、パンチングメタルからなる電極を

19

示す斜視図であり、(b)は、平板状の金属バルク材からなる電極57を示す斜視図であり、(c)は、切り込みの入った平板状のバルク材からなる電極58を示す平面図である。

【図11】(a)は、第一の部材60と第二の部材24とを接合する直前の状態を示す断面図であり、(b)は、これによって得られた静電チャック61を示す断面図である。

【図12】(a)は、第一の部材1と第二の部材3とを接合する直前の状態を示す断面図であり、(b)は、これによって得られたセラミックスヒーター65を示す断面図である。

【図13】接合体のセラミックス組織の電子顕微鏡写真(二次電子像)である。

\*

20

\*【図14】図13の接合体のセラミックス組織の電子顕微鏡写真(反射電子像)である。

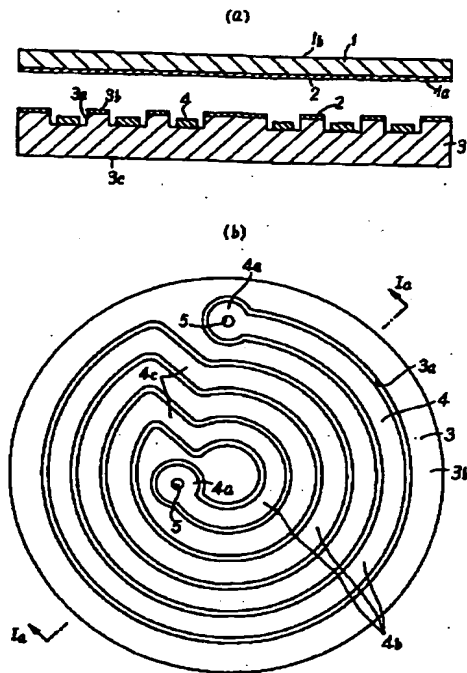
【図15】図14の接合体の中央部分を拡大して撮影した、セラミックス組織の電子顕微鏡写真(反射電子像)である。

【図16】図15において、接合界面付近を更に拡大して撮影した、セラミックス組織の電子顕微鏡写真(反射電子像)である。

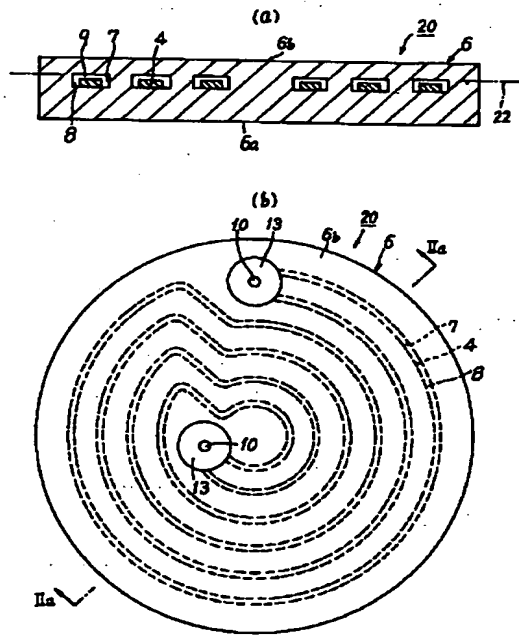
【符号の説明】

1、23、60 第一の部材 3、24、31 第二の部材  
3a、24a、31a 凹部 4、25、32、37、54、57、58バルク材 13 端子 15 端子の接続構造 22、22A、22B接合界面

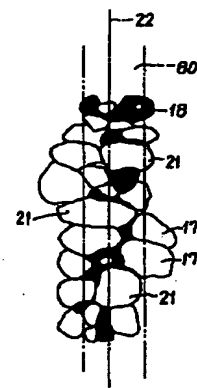
【図1】



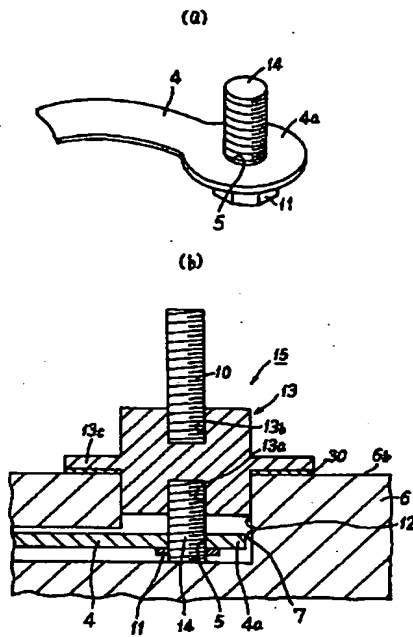
【図2】



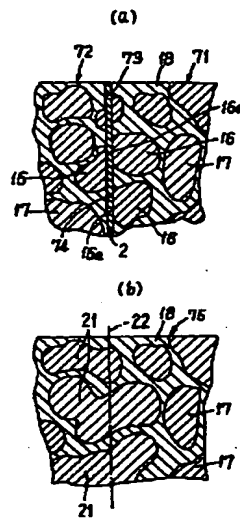
【図5】



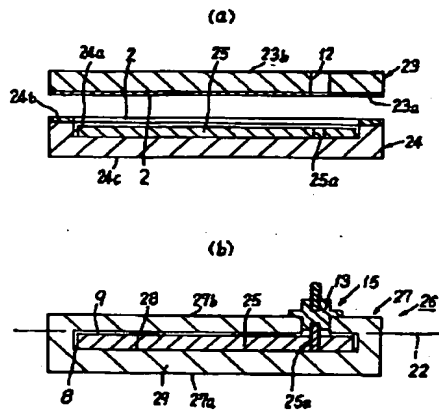
【図3】



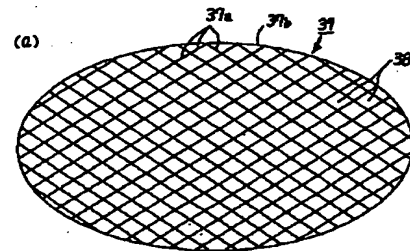
【図4】



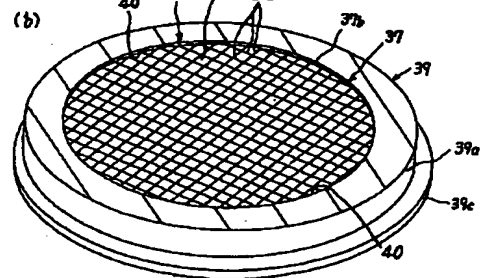
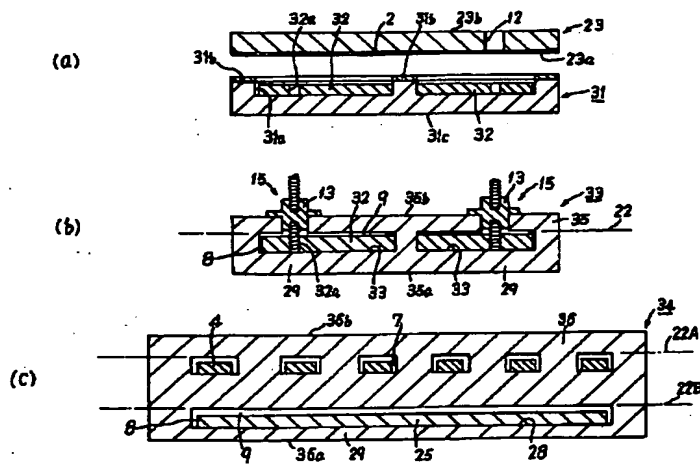
【図6】



【図8】

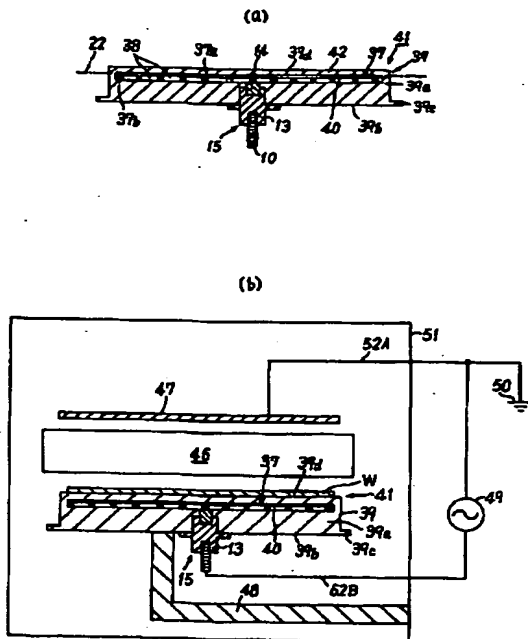


【図7】

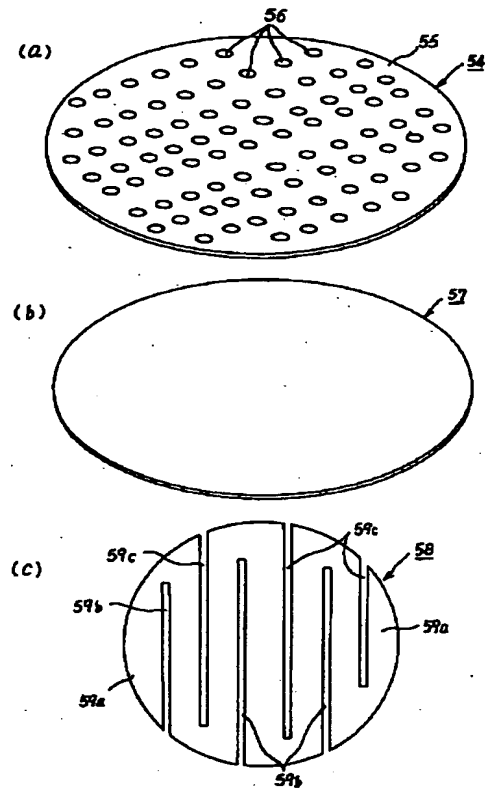




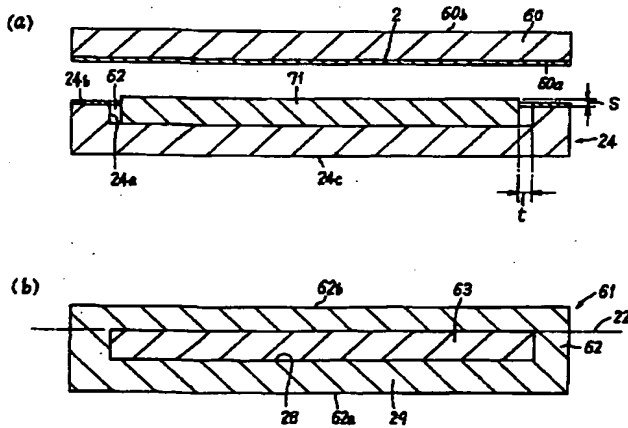
【図9】



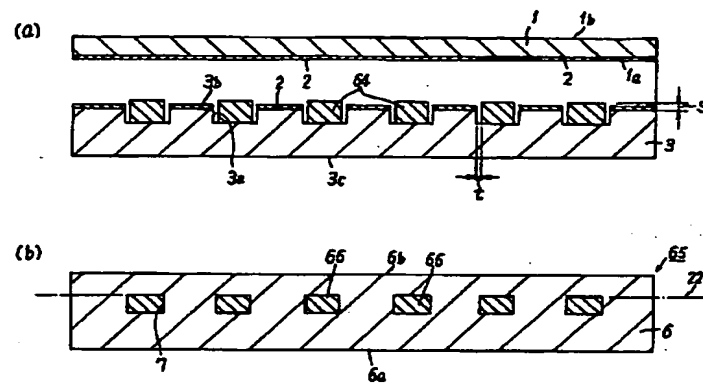
【図10】



【図11】

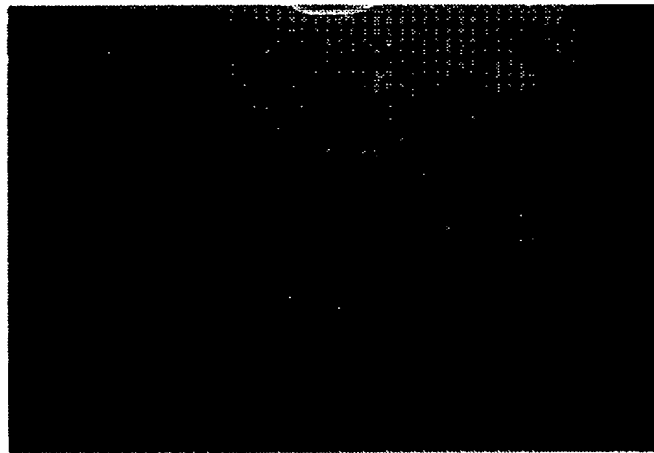


【図12】



【図13】

図面代用写真

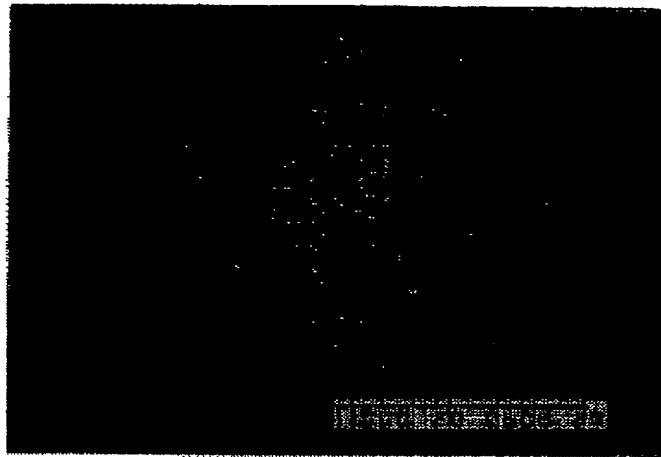


(写真)

【図14】

図面代用写真

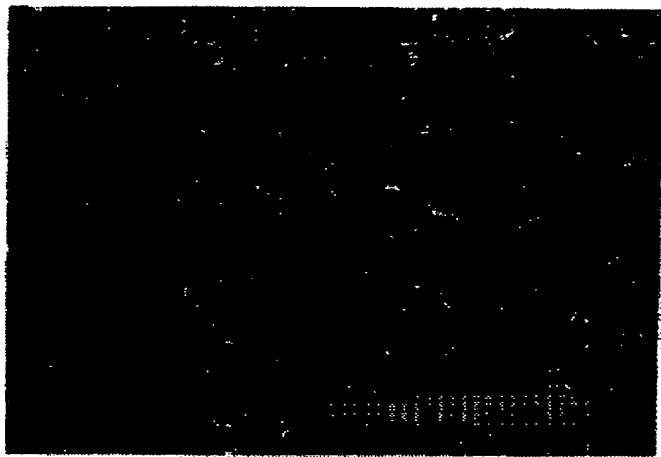
BEST AVAILABLE COPY



(写真)

【図15】

図面代用写真



(写真)

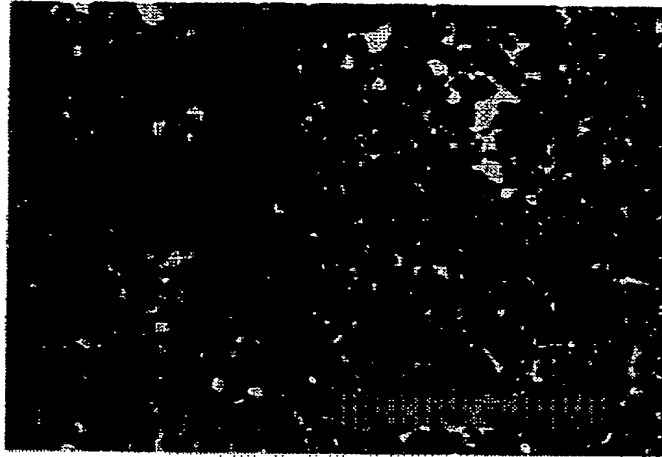
BEST AVAILABLE COPY

(16)

特開平9-82786

【図16】

図面代用写真



(写真)

BEST AVAILABLE COPY

BEST AVAILABLE COPY